نشریه علمی(فصلنامه) پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال پنجم/ شماره ۱۵/ تابستان ۱۳۹۸/ صفحات ۲۱۰-۱۷۱

بررسی فضایی تحقیق و توسعه داخلی و سرریز فناوری بر شدت انرژی در استان های ایران

طیبه پورمند بخشایش
کارشناس ارشد علوم اقتصادی دانشکده اقتصاد دانشگاه تبریز
taymazpourmand@gmail.com
بهزاد سلمانی
استاد علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)
behsalmani@gmail.com

هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر عوامل فناوری بر شدت انرژی ۲۹ استان ایران با بهره گیری از مدل فضایی طی دوره ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۴است . برای این منظور از متغیرهای تحقیق و توسعه بومی ، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، صادرات و واردات به عنوان عوامل فناوری موثر استفاده شده است. روش تحقیق این پژوهش مدل دوربین فضایی (SDM) است که بعد از انجام آزمون های مربوطه تعیین و برآورد شده است. نتایج حاکی از آن بود که از بین عوامل فناوری ، تحقیق و توسعه داخلی و واردات نقش مهم و غالب در کاهش شدت انرژی داشته است. اما سرمایه گذاری مستقیم خارجی نتوانسته تاثیر بسزایی در کاهش شدت مصرف انرژی داشته باشد. متغیرهای کنترل؛ قیمت انرژی ، ساختار اقتصادی و شهر نشینی نیز تاثیری مطابق ادبیات نظری(به ترتیب مثبت، منفی و منفی) بر شدت مصرف انرژی داشته است. بنابراین با توجه به نتایج توصیه می‌شود با افزایش سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه و واردات موجبات کاهش شدت انرژی را فراهم آوردند همچنین باتنظیم قیمت انرژی و با سیاستگذاری توزیع صنایع در سطح استان در کاهش صنعتی شدن شهرها و کاهش شهرنشینی و از این طریق کاهش شدت انرژی موثر واقع شوند.

واژگان کلیدی: شدت مصرف انرژی ، تحقیق و توسعه ، سرریز فناوری ، مدل دوربین فضایی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/ ۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/ ۴/۲

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

۱. مقدمه

انرژی به عنوان یکی از نهاده های مهم تولید ، جایگاه ویژه ای در توسعه اقتصادی کشورها دارد. محدودیت منابع انرژی در جهان ، ضرورت استفاده بهینه از منابع انرژی را در فرآیند توسعه اقتصادی مطرح می‌سازد. مصرف انرژی برای توسعه پایدار کشور بسیار مهم است. با این حال، هنگامی که به طور موثر استفاده نشود، عواقب آن می‌تواند برای هر اقتصاد بسیار زیاد که شامل تهدید توسعه پایدار اقتصاد ، امنیت انرژی و بدتر شدن شرایط محیطی، باشد.

براساس گزارشات سایت داده انرژی [1] ، شاخص شدت انرژی جهان در سال ۲۰۱۵ معادل ۰/۱۴۹(koe/$200p) می‌باشد که نسبت به سال ۲۰۱۴، ۲/۶۱ درصد کاهش یافته است. و کشور ایران به ۰/۱۹ (koe/$200p) در سال ۲۰۱۵ جز کشورهایی که بیشترین شدت انرژی را دارد قرار دارد ، در واقع ۱/۵ برابر متوسط شدت انرژی در جهان بوده است. در ایران نیز براساس گزارش شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت(شانا)، استان‌های هرمزگان، آذربایجان غربی، خراسان شمالی، اصفهان و کردستان دارای بیشترین شدت مصرف انرژی هستند.

براساس تراز نامه انرژی ، شدت انرژی شاخصی برای تعیین کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور است که از تقسیم مصرف نهایی انرژی (و یا عرضه انرژی اولیه) بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می گردد و نشان می دهد که برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات (برحسب واحد پول) چه مقدار انرژی به کار رفته است. این شاخص در سطح کلان برای مقایسه کشورها از لحاظ درجه بهینگی مصرف انرژی و در سطح خرد برای نشان دادن کارایی سیستم های تولیدی استفاده می‌شود. در مقایسه بین کشوری و بین استانی، شاخص شدت مصرف انرژی در نشان دادن کارایی فنی انرژی تورش داشته و عواملی مانند اقلیم، مساحت،

1. Enerdata : https://www.enerdata.net/

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

عوامل آب و هوایی یا ساختار اقتصادی و صنعتی ، سبک زندگی و .... باعث افزایش کشورهایی که دارای سطح بالاتری از استاندارد زندگی هستند مصرف انرژی بیشتری داشته و در نتیجه این امر بر شدت انرژی آنها تأثیر می گذارد. بهینه سازی ساختمانها و تجهیزات، ترکیب سوخت‌های مورد استفاده در بخش حمل و نقل و حتی مسافت بین مکانهای جغرافیایی، شیوه های حمل و نقل و تکنولوژی بکار رفته در خودروها و وسایل نقلیه، ظرفیت حمل و نقل عمومی، اقدامات صورت گرفته در امر بهینه سازی مصرف انرژی، حوادث طبیعی و قیمتها یا یارانه های انرژی برخی از عوامل تأثیرگذار در شدت انرژی می باشند. بهره برداری کارآمد از منابع انرژی و صرفه جویی در به کار گیری حامل های انرژی، به ویژه در بخش صنعت، از اهمیت ویژه ای برخوردار است؛ چرا که بر طبق مطالعات تجربی صنعتی شدن یکی از مهم ترین عوامل افزایش مصرف انرژی می‌باشد(متفکر آزاد و مظفری، ۱۳۹۵).

براساس قانون جغرافیایی اول توبلر[1] «هر مکانی به مکانی دیگر وابسته است و مکان‌هایی که به هم نزدیکترند بیشترین تأثیر را نسبت به مکان های دورتر ، بر همد یگر دارند« در پژوهش های تجربی مدل های مکانی توزیع تکنولوژی و بهره وری ، نمی توان یک منطقه را مستقل از مناطق دیگر در نظرگرفت(اکبری، ۱۳۸۴). در همین راستا، حداقل به سه دلیل مهم بایستی مدل سازی های شدت انرژی بین استانهای کشور با در نظرگرفتن وابستگی فضایی و ناهمسانی فضایی بررسی شود این سه دلیل عبارتند از: الف) هزینه ی حمل و نقل انرژی (که معمولاً نیز زیاد است) رابطه مستقیمی با فاصله دارد و با افزایش فاصله این هزینه نیز افزایش می‌یابد ، ب) فراوانی نهاده های تولیدی، ساختار صنعت و آداب و رسوم ساکنین مناطق مجاور بیشتر شبیه هم است تا استانهایی که همسایه نیستند، ج) مصرف انرژی استان‌ها تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی آنهاست و بایستی در تفسیر مصرف انرژی استان‌ها تفاوت موقعیت

1. Tobler’s first law of geography

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

جغرافیایی مناطق سردسیر و گرمسیر را لحاظ شود (استیونس، ۲۰۰۰). درصورت وابستگی فضایی شدت مصرف انرژی بین استانهای کشور، وضعیت شدت مصرف انرژی در یک استان تحت تأثیر وضعیت شدت مصرف انرژی استان های مجاور خواهد بود و در این حالت برای کاهش شدت مصرف انرژی باید منطقه ای عمل نمود.

با عنایت به اهمیت موارد فوق الذکر در این مقاله سعی بر آن است با تجزیه و تحلیل و شناسایی عوامل فناوری ، تاثیر آن بر شدت انرژی در سطح استانی مورد بررسی قرار داده شود. بر طبق بررسی انجام شده بیشتر مطالعات تجربی، شدت انرژی کشوری و بین - بخشی را در بین استانهای کشور مورد مطالعه قرار داده اند و بررسی شاخص شدت انرژی در بین استان‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از جمله مطالعات تجربی داخلی که وضعیت شدت مصرف انرژی و کارایی انرژی بین استانها را بررسی و محاسبه نموده می‌توان به سیف و حمیدی(۱۳۹۶)، کفائی و خسروی (۱۳۹۵) ،کریمی تکانلو و همکاران (۱۳۹۵) ،خیرالهی و خاکسار آستانه (۱۳۹۴) ،حقیقت و همکاران (۱۳۹۳) و حکمتی فرید و فلاحی (۱۳۹۲) اشاره کرد. نوآوری مطالعه ی حاضر بررسی شاخص شدت انرژی استانها و اجازه تعاملات فضایی همزمان به متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی در قالب داده های تابلویی ایستا و پویای فضایی می‌باشد همچنین بررسی تاثیر عوامل فناوری (شامل تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه گذاری مستقیم خارجی،صادرات و واردات)بر شدت انرژی است

ادامه مقاله به شرح زیر است: پس از مقدمه ، بخش ۲ مربوط به بررسی ادبیات مرتبط می‌باشد. مدل تجربی، داده ها، و روش های برآورد در بخش ۳ ارائه شده است. بخش ۴ به بررسی تأثیر عوامل فناوری بر شدت انرژی با روش فضایی می‌پردازد. بخش نهایی نتیجه و نتیجه‌گیری های سیاسی است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

۲. مبانی نظری و مروری بر مطالعات گذشته

در کنفرانس کپنهاگ[1] در مورد تغییرات آب و هوایی در سال ۲۰۰۹، توافق برای حمایت از کشورهای در حال توسعه در زمینه استفاده از فن آوری های صرفه جویی در انرژی بود. این به این دلیل است که این اقتصادها حدود ۷ درصد از افزایش مصرف انرژی اولیه جهانی را بین سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰ به خود اختصاص داده اند. شناخت روندهای شدت انرژی در این اقتصادها و عوامل موثر بر آن، برای دستیابی به نتایج مطلوب برای چنین ابتکاراتی ضروری است (آدام[2]، ۲۰۱۵). در ادبیات، عوامل متعددی در کاهش شدت انرژی اقتصاد معرفی شده است. عواملی که برجسته تر شده اند، تکنولوژی است که به سبب باز بودن تجارت و سرمایه گذاری مستقیم خارجی و تغییر ساختار اقتصادی از بخش های انرژی بیشتر به بخش های کمتر انرژی است(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷) .

واحدهای متفاوتی برای اندازه گیری شدت انرژی[3] وجود دارد. شدت انرژی یکی از شاخص های مهم اقتصادی که نشانگر نحوه و شدت مصرف انرژی و به عبارت دیگر میزان انرژی بری در هر کشور را نشان می‌دهد، می‌باشد. تحولات شدت انرژی می‌تواند ناشی از تغییر در کارایی مصرف انرژی یا تغییر ساختار اقتصاد باشد. چنانچه حجم تولید ناخالص داخلی ثابت باشد و کارایی مصرف انرژی بالا رود، آنگاه شدت انرژی کاهش می‌یابد. از سویی دیگر تغییر در ساختار اقتصاد و تولید می‌تواند باعث تغییر در شدت انرژی گردد. به طور خلاصه، شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل اصلی واقع می‌شود یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید، یعنی:

$$EI = F(ED, GDP) \qquad (۱)$$

1 . Copenhagen Conference(2009 United Nations Climate Change Conference)
2 . adom
3 . Energy Intensity

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

EI = شدت مصرف انرژی

ED = مصرف انرژی

GDP= تولید ناخالص داخلی(اقبالی و همکاران، ۱۳۹۴).

عوامل زیادی بر شدت انرژی موثر است که عوامل تکنولوژی ، قیمت انرژی، تجارت، ساختار اقتصادی، از جمله عوامل بارز می‌باشد . در ادامه به طور خلاصه برخی از آنها را ذکر می‌کنیم که تأکید ویژه بر عوامل تکنولوژیکی است.

تحقیق و توسعه

هزینه های داخلی برای تحقیق و توسعه به عنوان یکی از راه های اصلی برای سرعت بخشیدن به پیشرفت تکنولوژی و بهبود بازده تولید در ادبیات رشد درونی است(رومر[1]، ۱۹۹۰) . انتظار می‌رود که این امر منجر به سرریز فن آوری های جدید شود (کوهن و لوینتال[2] ۱۹۸۹). با توجه به مطالعه(کلر[3]،۲۰۰۲) هزینه های داخلی در تحقیق و توسعه بیشتر ، موجب تولید دانش بیشتر خواهد شد که نتیجه آن رشد پایدار و مستمر در اقتصاد است (وو، ۲۰۰۸).

فن آوری های پیشرفته

از آنجایی که جهانی شدن اقتصادهای مدرن، حرکات سرمایه و تجارت بین المللی به طور کلی به عنوان کلید رشد اقتصادی پذیرفته شده است. چهار کانال سرریز، یعنی سرمایه گذاری مستقیم خارجی(FDI[4])، سرمایه گذاری مستقیم در خارج (ODI)، صادرات و واردات، در دانشگاه های بین المللی به طور گسترده مورد بحث قرار گرفته اند (کو و هلپمن[5]، ۱۹۹۵). ولی در مورد ایران موثرترین و مهمترین‌ها کانال های مورد بحث FDI، صادرات و واردات است.

1 . romer
2 . Cohen and Levinthal
3 . Keller
4 .Foreign direct investment
5 . Coe and Helpman

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

شرکت های سرمایه گذاری خارجی از لحاظ تکنولوژیکی پیشرفته تر از شرکت های میزبان کشور هستند، مهارت دانش فنی، مهارت مدیریتی و مهارت های بازاریابی بین المللی را از طریق FDI ، بازدهی کار و ارتباطات عمودی انتقال می‌دهد (ساقی[1]، ۲۰۰۲). از این رو، FDI به عنوان یک کانال مهم در زمینه فناوری شناخته می‌شود (هوبلر و کلر[2] ، ۲۰۱۰). مطالعات نشان داده است که هر دو واردات و صادرات توانایی تحریک پیشرفت تکنولوژی و شدت انرژی کشورهای در حال توسعه را دارد. از یک طرف، در هنگام رقابت در بازار جهانی، بنگاه‌ها برای افزایش رقابت محصولات و خدمات صادراتی خود و مواجه شدن با موانع تجاری ، انگیزه ای برای وارد شدن در نوآوری های تکنولوژیک دارند و تجهیزات فنی پیشرفته را وارد کرده و فناوری های صرفه جویی در انرژی را به وجود می‌آورند که نشان دهنده افزایش سرریز استانداردهای فنی در تجارت بین المللی است. از سوی دیگر، صادرات بیشتر محصولات و محصولات اولیه انرژی، ممکن است شدت انرژی صنعتی را افزایش دهد(هوانگ و همکاران ، ۲۰۱۷).

قیمت انرژی و شدت انرژی

قیمت انرژی معمولا به عنوان یک عامل خارجی مهم است که بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد. قیمت انرژی بر تقاضای انرژی از طریق جایگزینی و اثرات درآمد تاثیر می‌گذارد. در این خصوص بر طبق سچور[3] (۱۹۸۲)و یورگنسن[4](۱۹۸۴) ،در هنگام افزایش قیمت انرژی و ثبات سایر شرایط، تولیدکنندگان تمایل به بکارگیری مقادیر کمتر نهاده انرژی خواهند داشت و آن را با نهاده های ارزانتر جایگزین می کنند. با تغییر قیمت انرژی، بخش های مصرف کننده انرژی، با بهینه سازی مصرف انرژی و تغییر در ترکیب نهاده در جهت کاهش هزینه های تولید و افزایش کارایی انرژی حرکت می‌کنند. همچنین، قیمت انرژی بالاتر موجب پذیرش فناوری هایی

1 . Saggi
2 . Hübler and Keller
3 . Schurr
4 . Jorgenson

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

می‌شود که از سهم بالاتری از سرمایه و کار استفاده می‌کنند بنابراین، بهره وری نهایی عوامل کار و سرمایه کاهش می‌یابد، در حالی که بهره وری نهایی انرژی افزایش می‌یابد. از این رو قیمت انرژی بالاتر منجر به پذیرش فناوری هایی با کارایی انرژی بالاتر می‌شود (آدام، ۲۰۱۵) . قیمت انرژی از یک سو مصرف و تقاضای انرژی و از سوی دیگر تولید ناخالص داخلی را تحت تأثیر قرار داده و از این رهگذر سبب تحولات شدت انرژی می‌گردد. (ابراهیمی سالاری، قطب الدینیان یزد،۱۳۹۳).

تغییر ساختاری و شدت انرژی

تغییر در شدت انرژی به دلیل تغییر ساختاری ، بیانگر تغییر در شدت انرژی به دلیل تغییر در ساختار کلی اقتصاد و زیرساخت های اقتصادی به شرح ثابت بودن شدت انرژی هر بخش می‌باشد.تغییر ساختاری شامل ساختار اقتصادی و ساختار مصرف انرژی نیز به عنوان یک عامل مهم مطرح شده است :اول، رشد صنعتی، رشد اقتصادی را از طریق رشد بخش های مختلفی افزایش می‌دهد که تقاضا برای انرژی را بیشتر می‌کند. دوم، افزایش درآمد از طریق صنعتی شدن نیز تقاضا برای کالاهای مصرفی مانند اتومبیل، تلویزیون، یخچال و فریزر، رایانه‌ها را افزایش می‌دهد که تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد. (هانگ و همکاران[1] ، ۲۰۱۷).

شهرنشینی و شدت انرژی

شهرک سازی بر شدت انرژی با روابط پیچیده تاثیر می‌گذارد. اول، حرکت جمعیت به شهرهای شامل تغییر در ساختار اقتصادی (تغییر شغل) و ساختارهای زیربناهای عمومی شهری است، که موجب گسترش صنایع با شدت انرژی بری بالا مانند صنایع فولاد و سیمان و غیره می‌شود. همچنین، شهرنشینی فعالیتهای اقتصادی در شهر را تمرکز می‌دهد که موجب صرفه جویی در مقیاس و فرصت برای کاهش شدت انرژی می‌شود. ثانیا، شهرنشینی، همراه با افزایش درآمد، منجر

1 . Junbing Huang et al

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

به تغییر در رفتار مصرف کننده، افزایش وابستگی به وسایل مدرن تر حمل و نقل در شهرها و جایگزینی انرژی غیر تجاری توسط انرژی تجاری در خانوارها می‌شود . رشد فعالیتهای صنعتی و شهری با انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی همراه است. این امر کاهش نسبت تولیدکنندگان محصوالت کشاورزی به مصرف کنندگان آن را به دنبال دارد که باعث میشود واردات مواد غذایی در اولویت برنامه -های کشور قرار گیرد. از طرف دیگر جایگزینی واردات مواد غذایی با بهبود فناوریهای کشاورزی قابل حصول است. تغییرات فنی در زمینه کشاورزی نیز باعث میشود کشاورزان مزارع را رها کرده و به فعالیتهای شهری رو آورند. این تغییرات، افزایش مستقیم و غیرمستقیم مصرف انرژی از طریق تجهیزات مکانیزه و استفاده شدید از کودهای شیمیایی را نیز به دنبال دارند. از این رو افزایش سرانه مصرف انرژی و همچنین مصرف به ازای هر واحد تولید در اثر شهرنشینی بدیهی به نظر میرسند (محمدی ۱۳۹۵ به نقل از دونالد جونز[1] ۱۹۸۹).

مطالعات پیشین

در سطح تجربی، حجم گسترده ای از ادبیات وجود دارد که به نفوذ تحقیق و توسعه ، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و صادرات و واردات بر شدت انرژی توجه کرده اند . نتیجه گیری های انجام شده در بسیاری از این مطالعات در سراسر کشورها یا مناطق بحث برانگیز و فراگیر است. در ادامه به چند مطالعه در این رابطه اشاره می‌شود.

فیشر و همکاران[2] (۲۰۰۴) همچنین تنگ[3] (۲۰۱۱)، ژنگ و همکاران[4] (۲۰۱۱)، هوانگ و یو[5] (۲۰۱۶)، راسخی و همکاران (۱۳۹۵) و هوانگ و همکاران[1] (۲۰۱۷) نشان دادند که افزایش تحقیق و توسعه داخلی یکی از دلایل اصلی کاهش شدید انرژی است.

1 . Donald Jones
2 . Fisher et al
3 . Teng
4 . Zheng et al
5 . Huang and Yu

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

انتویلر و همکاران[۲] (۲۰۰۱) نشان داد که سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر خروجی کشور میزبان تأثیر می‌گذارد، اما تاثیری در شدت انرژی ندارد. میلینگ و گلدمبرک[۳] (۲۰۰۲) برای ۲۰ کشور در حال توسعه ، هوبلر[۴] (۲۰۰۹) با استفاده از مدل تعادل عمومی ، الیوت و همکاران[۵] (۲۰۱۳)برای ۲۰۶ شهر چینی و هوانگ و همکاران[۶] (۲۰۱۷) برای ۳۰ استان چین نشان دادند که FDI می‌تواند شدت انرژی را کاهش دهد. همچنین هوبلر و کلر (۲۰۱۰) با بررسی تاثیر FDI بر شدت انرژی برای کشورهای در حال توسعه طی سال های ۱۹۷۵-۲۰۰۴ موفق به یافتن شواهد قوی از FDI در کاهش شدت انرژی برای کشورهای در حال توسعه در دوره مورد مطالعه نشدن.

کول[۷] (۲۰۰۶) نشان داد که اثر تجارت بر شدت انرژی می‌تواند مثبت یا منفی باشد، بسته به اینکه آیا کشور وارد کننده یا صادر کننده کالاهای با شدت انرژی بالا است یا خیر. ژنگ و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی بیش از ۲۰ صنایع زیرزمینی چین طی سالهای ۱۹۹۹-۲۰۰۷، هوانگ و همکاران(۲۰۱۷) نشان دادند که بین صادرات و شدت انرژی کل یک رابطه مثبت وجود دارد ، این نتیجه گیری توسط شواهد ارائه شده توسط یو[۸] (۲۰۱۲)، که اثرات مستقل صادرات را بر شدت انرژی گزارش می‌دهد، به چالش کشیده شده است

میروسلاو و همکاران[۹] (۲۰۱۷)، با بررسی تاثیر قیمت برق مسکونی در شدت انرژی در اروپا برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا[۱۰] و کشورهای عضو نروژ در دوره های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که قیمت برق مسکونی بر شدت انرژی تاثیر منفی دارد در واقع در همه کشورها با قیمت

1 . Huang et al
2 . Antweiler et al
3 . Mielnik and Goldemberg
4 . Hübler
5 . Elliott et a
6 . Huang et al
7 . Cole
8 . Yu
9 . Miroslav Verbic et al
10. EU-28

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

پایین برق، به احتمال زیاد به دلیل اثر یارانه ها، مصرف بالا انرژی در واحد تولید ناخالص داخلی مشاهده شده است .

یان[1](۲۰۱۵) ، با بررسی تأثیرات شهرنشینی بر میزان انرژی و تقسیم انرژی در چین با استفاده از تکنیک های تخمینی پانل برای ۳۰ استان چین در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ نشان می‌دهد که شهرنشینی به طور قابل توجهی موجب افزایش شدت انرژی، شدت برق و شدت زغال سنگ می‌شود.

آرمن و تقی زاده (۱۳۹۲) با بررسی شدت انرژی صنایع کارخانه ای طی ۱۳۷۴-۱۳۸۹ نشان دادند که قیمت انرژی و سطح تکنولوژی رابطه ی معکوس با شدت انرژی دارند. فرج زاده (۱۳۹۴) با بررسی شدت انرژی در اقتصاد ایران را طی سال های ۱۳۵۲-۱۳۹۰ نشان داد که شهرنشینی از مهم ترین عوامل موثر بر شدت انرژی می‌باشد قیمت انرژی نیز تاثیر منفی ولی ناچیز بر شدت انرژی داشته است. اقبالی و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی شدت انرژی شماری از کشورهای نفتی و غیر نفتی طی سال های ۱۹۸۵-۲۰۰۹ نتیجه گیری کرد که قیمت انرژی تاثیر معناداری بر شدت انرژی دوگروه نداشته ولی متغیر تولید ناخالص داخلی تاثیر منفی و متغیر نرخ ارز در کشورهای نفتی رابطه مثبت ، اما کشورهای غیرنفتی رابطه ی منفی با شدت انرژی داشته است. سیف و حمیدی (۱۳۹۵) با بررسی تاثیر شاخص های منتخب اقتصاد دانش بنیان بر شدت انرژی استان های ایران طی سال های ۱۳۸۹-۱۳۹۲ نشان داد که شاخص اقتصاد دانش بنیان باعث کاهش انرژی بری تولید ناخالص داخلی استان‌ها شده و ساختار اقتصادی دانش بنیان پتانسیل کاهش شدت انرژی در استان های کشور را دارا می‌باشد. همچنین سیف و حمیدی(۱۳۹۶) عوامل موثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان های کشور طی سال های ۱۳۷۹-۱۳۹۲ توسط تکنیک های اقتصادسنجی فضایی پانلی و تخمین زن شبه حداکثر راستنمایی[2] مورد بررسی قرار دادند. متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش شامل درآمد سرانه حقیقی، شاخص قیمت انرژی،

1 . Huijie Yan
2. QMLE

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

شهرنشینی، صنعتی شدن و تغییرات ساختاری براساس نتایج ، کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی در بین استانهای کشور ۰/۵۵ درصد می‌با شد، لذا برای کاهش شدت مصرف انرژی در استانهای کشور باید منطقه ای عمل نمود. عاشوری و همکاران(۱۳۹۸)، عوامل موثر بر شدت انرژی در استان های ایران را با متغیرهای درآمد سرانه، قیمت انرژی ، نسبت صادرات به تولید، سهم نفت از انرژی، ساختار اقتصادی و نرخ رشد جمعیت را بر شدت انرژی مورد بررسی قرار داند.

با طبقه بندی مطالعات می توان گفت از بین عوامل فناوری (تحقیق و توسعه داخلی ، صادرات و واردات و fdi)، تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردت تاثیر مثبت و صادرات تاثیر منفی در کاهش شدت انرژی داشته است . البته کمتر مطالعه ای در ایران انجام شده است که به بررسی عوامل فناوری بر شدت انرژی استان‌ها بپردازد. از این رو مطالعه حاضر به این موضوع پرداخته و سعی در تعیین نقش این عوامل بر شدت انرژی استان‌ها با در نظر گرفتن موقعیت فضایی آن‌ها دارد.

۳. روش پژوهش و داده ها

پس از بررسی ادبیات موضوعی ، مدل پایه این پژوهش از مطالعه هوانگ و همکاران (۲۰۱۷) که برای استان های چین انجام شده برگرفته شده است. و در این مطالعه تحقیق و توسعه داخلی و سه عامل سرریز تکنولوژی را که بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد، یعنی سرمایه گذاری مستقیم خارجی ، صادرات و واردات را برای استان های ایران مورد بررسی قرار می‌دهد. دلیل انتخاب این مقاله به عنوان مدل پایه ، وجود علم و فناوری، تحولات سازمانی و مکانیزم های سیاست گذاری صنعتی مشابه بین چین و ایران (سوفی[1] ، ۲۰۱۷) و همچنین وجود شرکت های کوچک و متوسط در ایران و چین که از مشخصه های بارز کشورهای در حال توسعه است که با کمبود

1. Soofi, Abdol S.,

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

شدید سرمایه گذاری خارجی مواجه هستند (وانگ[1]، ۲۰۱۳) است. هر دو چین و ایران در توسعه تکنولوژی پیشرفته مشغول هستند

در روش شناسی اقتصادسنجی فضایی تابلویی بسته به اینکه متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی و یا جمله خطا وابستگی فضایی داشته باشند، مدلهای فضایی متفاوتی مطرح میشود مدل دوربین فضایی(SDM[2]) جایگاه ویژه ای در بین مدل های فضایی دارد. ویژگی بارز مدل SDM نسبت به سایر مدلهای فضایی (از جمله؛ SAR وSEM) ،وارد کردن همزمان وقفه فضایی متغیر وابسته و وقفه فضایی متغیرهای توضیحی به عنوان متغیرهای توضیحی جدید در مدل است. در این تحقیق به منظور بررسی فضایی صادرات و سرمایه گذاری مستقیم خارجی اشتغال، مدل دوربین فضایی زیر تصریح می شود .

$$\begin{aligned} LNEI_{it} = {} & \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 SFDI_{it} + \beta_3 SEX_{it} + \beta_4 SIM_{it} + \beta_5 PE_{it} \\ & + \beta_6 ES_{it} + \beta_7 U_{it} + \lambda_1 WRD_{it} + \lambda_2 WSFDI_{it} \\ & + \lambda_3 WSEX_{it} + \lambda_4 WSIM_{it} \\ & + \lambda_5 WPE_{it} + \lambda_6 WES_{it} + \lambda_7 WU_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \qquad (۲)$$

به‌طوری‌که

درآن زیرنویس‌های ، (n ، k ، ... ، ۳، ۲، ۱ =i) i ؛ نشان دهنده استان‌ها و (t ، k ، ... ، ۳ ، ۲ ، ۱=t) t ؛ نشانگر سالها می‌باشد.

EI شدت انرژی(تقسیم مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی ،بشکه نفت خام به میلیون ریال به قیمت سال ۱۳۹۰)

RD تحقیق و توسعه داخلی(ارزش سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه)

1. Wang
2. Spatial Durbin Models

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

SFDI، SIM و SEX به ترتیب نشان دهنده سرریز تکنولوژی از FDI، واردات و صادرات است که با استفاده از روابط (۳)، (۴)و (۵) بدست آمده اند(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)

$$\mathrm{SFDI}_{it} = \frac{\mathrm{FDI_{it}}}{\mathrm{FDI_t}} \sum_{n=1}^{N} \frac{\mathrm{FDI_{nt}}}{\mathrm{K_{nt}}} \mathrm{S_{nt}^d} \qquad FDI_t = \sum_{i=1}^{I} FDI_{it} \qquad (۳)$$

$$SIM_{it} = \frac{\mathrm{IM_{it}}}{\mathrm{IM_t}} \sum_{n=1}^{N} \frac{\mathrm{IM_{nt}}}{\mathrm{Y_{nt}}} \mathrm{S_{nt}^d} \qquad IM_t = \sum_{i=1}^{I} IM_{it} \qquad (۴)$$

$$SEX_{it} = \frac{\mathrm{EX_{it}}}{\mathrm{EX_t}} \sum_{n=1}^{N} \frac{\mathrm{EX_{nt}}}{\mathrm{Y_{nt}}} \mathrm{S_{nt}^d} \qquad EX_t = \sum_{i=1}^{I} EX_{it} \qquad (۵)$$

به‌طوری‌که

n = 1, 2 , …. , N و t و i به ترتیب به شاخص کشور و شاخص سال و استان‌ها اشاره دارد.

FDI مخفف سرمایه گذاری مستقیم خارجی است ، IM و EX جریان واردات و صادرات کل است.

K، S و Y نشان دهنده تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، سرمایه گذاری R & D و تولید ناخالص داخلی منطقه است

PE ، شاخص قیمت انرژی (میانگین وزنی شاخص قیمت حامله ای انرژی استان‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰)؛ در این پژوهش شاخص قیمت انرژی از جمع وزنی قیمت حامل زا های انرژی (گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت گاز، نفت کوره، نفت سفید و گاز مایع) به دست آمده است. روش محاسبه شاخص قیمت انرژی به صورت رابطه (۶) است.

$$PE_j = \sum_i^7 [(\frac{v_i}{\sum_i^7 v_i}) * p_i] \qquad (۶)$$

که در آن i ،j به ترتیب نشانگر حاملهای انرژی و استان ها، v_i مقدار مصرف حامل‌های انرژی بر حسب بشکه نفت خام، ، قیمت حامل‌های انرژی (بر حسب ریال بر بشکه نفت خام به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰)و PE_j ، شاخص قیمت کلی انرژی استان می‌باشد. همان طور که مشاهده می‌شود شاخص قیمت انرژی برای هر استان متفاوت بوده و نسبت به وزن حامل مصرفی، تعدیل می‌شود(سیف و حمیدی، ۱۳۹۶).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

U ، شهرنشینی (نسبت جمعیت شهری استان به کل جمعیت استان)

ES ، ساختار اقتصادی (نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی) می‌باشد.

(متغیر های قیمت انرژی و ساختار اقتصادی و شهرنشینی به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته شده است).

$WXRD_{it}$ وقفه فضایی متغیر تحقیق و توسعه (R&D)

$WXSFDI_{it}$ وقفه فضایی متغیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی(FDI)

$WXSEX_{it}$ وقفه فضایی متغیر صادرات(EX)

$WXSIM_{it}$ وقفه فضایی متغیر واردات(IM)

$WXPE_{it}$ وقفه فضایی متغیر قیمت انرژی(PE)

$WXES_{it}$ وقفه فضایی متغیر ساختار اقتصادی(ES)

WXU_{it} وقفه فضایی متغیر شهر نشینی(U)

ε نیز اختلال تصادفی می‌باشد

این مطالعه از داده‌های ۲۹ استان ایران(به جز استان های البرز و خراسان جنوبی ، به دلیل نبود داده‌ها برای این استان ها) در طول دوره ۱۳۸۶-۱۳۹۴ استفاده کرده است. به‌طوری‌که اطلاعات مربوط به متغیرها، از سالنامه آماری استان‌ها و تراز نامه های انرژی و آمار نامه انرژی ایران استخراج شده است (به علت نبود داده های تحقیق و توسعه برای سال های قبل از۸۶ برای اکثر استان‌ها کشور و همچنین ناقص بودن آمارنامه های استانی برای سال های ۸۵ به بعد، مجبور به انتخاب بازه زمانی ۱۳۸۶-۱۳۹۴ برا مطالعه شدیم) .

در این پژوهش رابطه بین متغیرها با استفاده از تکنیک اقتصاد سنجی دوربین فضایی[1] مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور نرم افزار های استاتا[1] ۱۴ استفاده شده است. از جمله

[1]. برای مطالعه با جزئیات بیشتر درباره اقتصادسنجی فضایی مراجعه شود به:

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

دلایل استفاده از این تکنیک فروض شواهدی و نظریه‌هایی مبنی بر وابستگی فضایی شدت انرژی و تحقیق توسعه و عوامل تکنولوژی در واحدهای جغرافیایی است؛ چرا که بر طبق نظر توبلر(۱۹۷۰)[۲] هر عارضه‌ای به عارضه دیگر وابسته است، اما عوارض نزدیکتر بیشتر به هم وابسته اند، تا عوارض دورتر (توبلر،۱۹۷۰).

همان‌طور که از مطالعات مورد بررسی در بخش قبلی مشاهده می‌شود تفاوت این مطالعه با مطالعات انجام شده در این است که در این مطالعه تحقیق و توسعه داخلی و عوامل تکنولوژیکی (بخصوص سرمایه گذاری مستقیم خارجی) مورد بررسی قرار گرفته است که در مطالعات قبلی این متغیرها مورد بررسی قرار نگرفته است.

٤. نتایج تجربی

مانایی و نامانایی متغیرهای تحقیق توسط آزمون ای ریشه واحد پانلی مورد آزمون قرار می‌گیرد. در صورت مانایی متغیرها می‌توان از سطح متغیرها برای مدلسازی استفاده کرده و از مشکل رگرسیون کاذب دوری جست با توجه به اینکه داده های مورد بررسی در این مطالعه از تعداد ۲۹ مقطع متفاوت با دوره زمانی ۹ سال تشکیل شده است . به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمونهای ریشه واحد داده های ترکیبی استفاده شده است.

Lasage, J,. Pace, K. (2013). Introduction to spatial econometrics. Translated in Farsi by: Jalaie, E, A., Jamshidnezhad, A. 2013, Noure Elm Press. First Edition. (in persian)

1. STATA 14
2. Tobler's first law of geography

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

جدول ۱. نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی لوین، لین و چو (LLC) برای لگاریتم طبیعی متغیرهای مدل

متغیر	سطح متغیرها		تفاضل مرتبه اول متغیرها	
	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا
Ei	-۱۸/۱۹۸۸ ***(۰/۰۰۰۰)	-۸/۶۱۲۷۴ ***(۰/۰۰۰۰)		
RD	۵/۴۳۷۶۲ (۱/۰۰۰۰)	-۳/۹۰۱۰۹ ***(۰/۰۰۰۰)	-۶/۳۶۸۳ ***(۰/۰۰۰۰)	
SFDI	۳/۳۶۱۷۹ ***(۰/۰۰۰۴)	-۰/۶۰۴۹۳ (۰/۲۷۲۶)		-۲/۵۶۴۳۴ ***(۰/۰۰۵۲)
SEX	-۳۷/۴۷۲۹ ***(۰/۰۰۰۰)	-۳۵/۱۳۶۱ ***(۰/۰۰۰۰)		
SIM	۶/۶۴۲۵۱ ***(۰/۰۰۰۰)	۸/۵۵۴۴۰ ***(۰/۰۰۰۰)		
PE	-۳/۲۱۶۹۷ ***(۰/۰۰۰۶)	-۹/۷۷۸۵۹ ***(۰/۰۰۰۰)		
ES	-۰/۵۷۱۹۷ (۰/۲۸۳۷)	-۴/۱۵۰۷۴ ***(۰/۰۰۰۰)	-۸/۰۴۴۳۴ ***(۰/۰۰۰۰)	
U	-۳/۸۲۰۹۸ ***(۰/۰۰۰۰۱)	-۰/۶۱۴۸۲ (۰/۲۶۹۳)		-۱۲/۶۸۱۴ ***(۰/۰۰۰۰)

ماخذ: یافته‌های پژوهش. نکته: فرض صفر در هریک از آزمون‌های ریشه واحد بالا نامانایی و فرض مقابل مانایی می‌باشد. اعداد داخل پارانتز بیانگر احتمال مربوطه می‌باشند. ***: بیانگر معنی داری در سطح یک درصد. **: بیانگر معنی داری در سطح پنج درصد. *: بیانگر معنی داری در سطح ۱۰ درصد.

بر طبق نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد LLC تمامی متغیرهای تحقیق در سطح مانا بوده و آزمون ریشه واحد در آنها رد می‌شود. بنابراین می‌توان از سطح متغیرها برای رگرسیون استفاده کرد و از مشکل رگرسیون کاذب دوری جست.

پس از تأیید ایستایی متغیرهای مطالعه، لزوم استفاده از داده های تابلویی با استفاده از آزمون چاو بررسی می شود. در آزمون چاو فرضیه بیانگر صفر یکسان بودن عرض از مبدأها (لزوم استفاده از داده های تلفیقی) و فرضیه مقابل نمایانگر متفاوت بودن عرض از مبدأها (لزوم

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

استفاده از های تابلویی داده) است. بر اساس جدول (۲) مقدار آماره F در ناحیه رد فرضیه صفر قرار می‌گیرد و بنابراین باید از داده های تابلویی برای تخمین استفاده نمود.

آزمون موران متداولترین آزمون جهت بررسی خودهمبستگی فضایی در داده‌ها است. فرض صفر در این آزمون نمایانگر نبود خودهمبستگی فضایی و فرض مقابل نشان دهنده وجود خودهمبستگی فضایی است. بر اساس نتایج جدول (۲) ، فرض صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی فضایی رد می‌گردد و با توجه به علامت مثبت آماره این آزمون، خودهمبستگی مثبت فضایی در داده‌ها وجود دارد.

برای آزمون این مسأله که آیا الگو دوربین فضایی را می‌توان به الگو خطای فضایی یا الگو وقفه فضایی تقلیل داد یا خیر، از آزمون نسبت راستنمایی (LR) استفاده می‌گردد که فرض صفر آن برای الگو خطای فضایی $H0:\beta\delta+\gamma=0$ و برای الگو وقفه فضایی $H0:\gamma=0$ می باشد. بر اساس مطالب مطرح شده، چنانچه فرض صفر در آزمون نسبت راستنمایی رد گردد؛ الگو دوربین فضایی برای برآورد الگو مناسب می‌باشد. نتایج جدول (۲) نمایانگر آن است که فرض صفر در آزمون نسبت راستنمایی رد می‌شود و بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که الگو دوربین برای برآورد الگوی تخصیص بودجه مناسب می‌شود.

جدول ۲. نتایج آزمون های آماری

آزمون	آماره آزمون	مقدار آماره	ارزش احتمالی
چاو (chow)	F	۱۴.۶۰۶	۰.۰۰۰۷
آزمون هاسمن	H	۱۹/۲۰	۰/۱۱۷۲
موران (moran)	Z	۰.۹۴۵۲	۰.۰۰۱۱
آزمون والد(wald)	w	۱۴۶۳/۰۹۲۰	۰/۰۰۰۰
نسبت راستنمایی(ratio Likelihood)	$\chi 2$	۱۵۱/۸۳۸۳	۰.۰۰۰۰
نسبت راستنمایی(ratio Likelihood-LR Test)	$\chi 2$	۱۵۶/۷۹۲۴	۰/۰۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

برای انتخاب روش برآورد میان اثرات ثابت و اثرات تصادفی در داده رویکردهای تابلویی فضایی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود . آزمون هاسمن در حقیقت آزمون فرضیه ناهمبسته بودن اثرات انفرادی و متغیرهای توضیحی است که بر طبق آن، ضرایب تخمینی در برآوردهای اثرات ثابت و تصادفی با هم مقایسه می‌شوند. اگر بین جزء اخلال و متغیر توضیحی همبستگی وجود نداشته باشد، هر دو تخمین زن اثرات ثابت و تصادفی سازگار هستند. از طرف دیگر، اگر بین جزء اخلال و متغیر توضیحی همبستگی وجود داشته باشد، تخمین زن اثرات تصادفی ناسازگار و تخمین زن اثرات ثابت سازگار و کارا است. فرض صفر در این آزمون بیانگر عدم همبستگی بین متغیرهای توضیحی و خطای تخمین می‌باشد و فرض مقابل نشان دهنده وجود ارتباط است . در جدول (۲) نتایج آزمون هاسمن گزارش شده است. براساس نتایج آزمون فرضیه صفر مبنی بر وجود اثرات تصادفی رد نشده و می‌بایست برآورد به روش اثرات تصادفی انجام شود.

جدول ۳. نتایج تخمین مدل تجربی پژوهش- تصریح دوربین فضایی پانلی با لحاظ اثرات تصادفی

متغیرها	ضرایب	آماره t	ارزش احتمال
R&D	-۰/۰۰۴۰۴	-۲/۵۴	۰/۰۵۲ **
FDI	/۰۰۱۱۶	۳/۶۲	۰/۰۰۰ ***
SIM	-۰/۰۰۶۴۳	-۲/۴۲	۰/۰۱۶ ***
SEX	۰/۰۰۲۵۴	۲/۴۱	۰/۰۱۶ **
PE	-۰/۰۲۷۶	-۱/۱۲	۰/۰۶۲ *
ES	-۰/۰۱۷	-۲/۸۲	۰/۰۰۵ ***
U	۰/۰۰۲۰	۰/۰۵	۰/۰۵۸ *
WX			
R&D	-۰/۰۰۳۱۹	-۳/۱۱	۰/۰۰۲ ***
FDI	۰/۰۰۸۹۷	۱/۷۵	۰/۰۸۱ *

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

متغیرها	ضرایب	آماره t	ارزش احتمال
SIM	۰/۰۰۱۱۰	۲/۵۶	۰/۰۱۰ ***
SEX	۰/۰۲۰۸	۱/۸۳	۰/۰۶۷ *
PE	-۰/۰۱۶۴	-۳/۰۸	۰/۰۰۲ ***
ES	۰/۰۰۶۲	۳/۹۲	۰/۰۰۰ ***
U	-۰/۰۰۱۹	-۳/۹۶	۰/۰۰۰ ***
/RHO	-۰.۰۵۱۶	-۲/۹۶	۰/۰۰۳ ***
/SIGMA	۰/۰۰۸۹۸	۱۱/۴۲	۰/۰۰۰ ***

مأخذ: یافته‌ها. ***: بیانگر معنی داری در سطح یک درصد. **: بیانگر معنی داری در سطح پنج درصد. *: بیانگر معنی داری در سطح ۱۰ درصد.

همان طور که اشاره شد با توجه به وجود پدیده وابستگی فضایی در متغیرهای پژوهش، مدلسازی عوامل تکنولوزیکی و شدت مصرف انرژی در این پژوهش در حضور بعد فضا صورت گرفته و بدین منظور از تخمین زن پانلی فضایی با لحاظ اثرات تصادفی فضایی استفاده شده است. جدول (۳) نتایج تخمین پژوهش را نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه داخلی و واردات از عوامل تکنولوژی باعث کاهش شدت انرژی شده است ، ولی ضرایب آن‌ها بسیار کم و ناچیز است. از لحاظ نظری سرمایه گذاری مستقیم خارجی نیز می‌تواند نقش بسزایی در کاهش شدت انرژی داشته باشد ،ولی براساس نتایج این پژوهش سرمایه گذاری مستقیم خارجی(FDI)تاثیر منفی و بسیار ناچیزی در کاهش شدت انرژی ایفا می کند.

صادرات به عنوان یکی از عوامل فناوری در این پژوهش تاثیر مثبت در شدت انرژی دارد. از لحاظ نظری، صادرات ممکن است تا حد زیادی به کاهش شدت انرژی کمک کند. این به این دلیل است که صادرات می‌تواند شرکت‌ها را به فن آوری صرفه جویی در انرژی برای کاهش هزینه تولید و افزایش رقابت در بازار جهانی انگیزه دهد. موانع تجارت فزاینده ای که

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

سبب جدی شدن تجارت می‌شود، شرکت‌ها را متعهد به بهبود تکنولوژی تولید و کیفیت محصولات می‌کند. با این حال، نتیجه این پژوهش جالب است که ضریب صادرات (EX) در مدل مثبت است، که نشان می‌دهد که گسترش تکنولوژی از طریق صادرات، شدت انرژی را بدتر کرده است. این رابطه مثبت بین شدت انرژی و صادرات توسط ژانگ و همکاران[1](۲۰۱۱) ، یان[2] (۲۰۱۵) و هوانگ و همکاران(۲۰۱۷) نیز بدست آمده است. دو دلیل عمده برای این نتیجه می‌توان بیان کرد . اول، صادرات سالها است که به عنوان یکی از سه موتور اصلی برای حمایت از رشد اقتصادی سریع ،توسط سیاستگذاران شناخته شده است . دوم، بخش بزرگی از صادرات ایران به کشورهای دیگر (مناطق) بر صنایع با ارزش افزوده، کم کار و کم فنآوری و مواد اولیه مانند نفت خام و برنج تمرکز دارد. در نتیجه، گسترش تکنولوژی از طریق صادرات، تاثیر مثبتی بر کاهش شدت انرژی در ایران نشان نداده است

متغیرهای کنترل، قیمت انرژی نقش مثبت در کاهش شدت انرژی ایفا می‌کند که با هوانگ و تووو[3] (۲۰۰۷)، وو[4] (۲۰۱۲) و یان[5] (۲۰۱۵) و هوانگ و همکاران(۲۰۱۷) سازگار است. در مقابل شدت مصرف انرژی در هر استان نسبت به شاخص قیمت انرژی استان‌های مجاور نیز منفی بوده و افزایش یک درصدی شاخص قیمت انرژی در استانهای مجاور ، باعث کاهش شاخص شدت مصرف انرژی آن استان به اندازه ۰/۰۱۶۴ درصد می‌شود ،. ساختار اقتصادی اثر منفی و معناداری و مطابق انتظار بر کاهش شدت انرژی دارد، که نشان می‌دهد که روند صنعتی شدن، شدت انرژی را افزایش می‌دهد. که بیانگر این نکته مهم است که طی بازه زمانی تحقیق (۱۳۸۶-۱۳۹۴) افزایش سهم بخش خدمات در اقتصاد استانهای کشور باعث کاهش انرژی

1. Zheng et al
2. Yan
3. Hang and Tu
4. Wu
5. Yan

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

بری استان‌ها شده است. شهرنشینی نیز به عنوان یکی از متغیرهای کنترل تاثیر مثبت در شدت انرژی دارد به این معنی که افزایش شهرنشینی موجب افزایش شدت مصرف انرژی می‌شود.

الگوهای رگرسیون فضایی از ساختار پیچیده وابستگی فضایی در مشاهدات استفاده می‌کنند که این مشاهدات نمایانگر مناطق، استانها و ... می‌باشند و پارامترهای برآوردی آن شامل اطلاعات ارزشمندی از ارتباط میان مشاهدات یا مناطق است. مهمترین کاربرد مدل فضایی عمومی، بررسی سرریزهای فضایی یاسرایتهای اثرات متغیرمورد مطالعه، به منا و مجاور منطقه موردبررسی، است چرا که براساس مطالعات لسیج و پیس[1] (۲۰۰۹) برای به دست آوردن اثر مستقیم در ابتدا تاثیر افزایش متغیر توضیحی در استان i بر متغیر وابسته در خود استان iمحاسبه (به عبارت دیگر مشتق جزیی برابر با $\partial yi/\partial xi$ می‌باشد) و از آن جایی که i= 1,2, … ,n می‌باشد، از تمامی تاثیرها در کل منطقه میانگین گرفته می‌شود. جهت محاسبه اثر تجمعی غیرمستقیم در ابتدا تاثیر افزایش متغیر توضیحی در استانj بر متغیر وابسته در استان i محاسبه (به عبارت دیگر مشتق جزیی- متقا طع برابر با $\partial yi / \partial xj$ وj≠i می‌باشد) می‌شود و میانگین این اثرها در کل منطقه بیانگر اثر سرریز ناشی از افزایش متغیر توضیحی در یک استان بر متغیر وابسته در تمامی استانهای موجود در منطقه است اثر کل ناشی از افزایش متغیر توضیحی بر روی تمامی استانهای مورد بررسی برابر با مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم است به طور کلی، اثر مستقیم حاکی از سرریزهای درون استانی و اثر غیرمستقیم حاکی از سرریزهای بین استانی است. بر این اساس می‌توان معنی داری اثر مستقیم و غیرمستقیم هر یک از متغیرهای توضیحی را بر متغیر وابسته به دست آورد. شایان ذکر است که از هر سه اثر در تمامی استانها و دوره های زمانی میانگین گرفته شده است در این راستا با استفاده از مدل فضایی عمومی می‌توان اثر مستقیم، سرریز و اثر کل را از یکدیگر تفکیک نمود. در جدول (۴) اثرات مستقیم و غیر مستقیم و کل آورده شده است.

1. LeSage and Pace

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

ادامه جدول ۶. براورد اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کلی

اثرات	ضرایب	آماره **t**	ارزش احتمال
	اثرات مستقیم		
R&D	-۰/۰۰۴۷۰	-۲/۶۰	۰/۰۱۶ ***
FDI	۰/۰۰۱۱۴	۳/۶۷	۰/۰۰۰ ***
IM	-۰/۰۰۶۲۵	-۲/۴۶	۰/۰۱۴ **
EX	۰/۰۰۶۲۵	۲/۴۹	۰/۰۱۴ **
PE	-۰/۰۲۷۳	-۲/۱۳	۰/۰۲۷ **
ES	۰/۰۱۷۹	۲/۹۱	۰/۰۰۹ ***
U	۰/۰۰۲۶	۲/۰۶	۰/۰۵۰ **
	اثرات غیرمستقیم		
R&D	-۰/۰۰۳۶۴	-۲/۰۴	۰/۰۴۲ **
FDI	۰/۰۰۸۳۲	۱/۰۹	۰/۲۷۷
IM	۰/۰۰۱۰۷	۲/۰۸	۰/۰۳۸ **
EX	۰/۰۰۲۷۴	۱/۵۰	۰/۰۷۶ *
PE	-۰/۰۱۵۰۳	-۲/۰۶	۰/۰۴۲ **
ES	۰/۰۰۵۸	۲/۵۴	۰/۰۹۲ *
U	-۰/۰۰۲۵	-۲/۰۴	۰/۰۰۳ **
	اثرات کل		
R&D	-۰/۰۳۱۷	-۲/۵۹	۰/۰۱۱ **
FDI	۰/۰۰۱۹۷	۲/۳۵	۰/۰۱۹ **
IM	-۰/۰۴۴۲۰	۱/۷۶	۰/۰۵۰ **
EX	۰/۰۵۱۲	۱/۹۴	۰/۰۵۲ **
PE	-۰/۰۴۲۶	-۵/۲۱	۰/۰۰۰ ***
ES	۰/۰۲۳۷۵	۲/۱۰	۰/۰۳۵ **
U	۰/۰۰۰۱۳	۱/۰۹	۰/۰۹۷ *

مأخذ: یافته‌ها. ***: بیانگر معنی داری در سطح یک درصد. **: بیانگر معنی داری در سطح پنج درصد. *: بیانگر معنی داری در سطح ۱۰

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، شواهد فراوانی وجود دارد که وضعیت شدت مصرف انرژی در یک استان نه تنها به عملکرد خود استان بلکه به وضعیت شدت مصرف انرژی استانهای مجاور نیز بستگی دارد. تحقیق و توسعه داخلی و سه مولفه تکنولوژی شامل سرمایه گذاری مستقیم خارجی ، واردات و صادرات و ساختار اقتصادی از استانهای مجاور به استان هدف باعث افزایش شدت مصرف انرژی و تقاضای انرژی در آن استان می‌شود، بنابراین برای کاهش شدت مصرف انرژی در سطح سازمان فضایی کشور ، بایستی منطقه ای عمل کرد و تحلیل شدت مصرف انرژی هر استان بدون توجه به عملکرد استانهای مجاور می‌تواند منجر به استنتاج غلط آماری و اتخاذ سیاست نادرست شود.

با توجه به اثرات کل تحقیق و توسعه داخلی ، واردات و قیمت انرژی تاثیر مثبتی در کاهش شدت انرژی دارد و شهرنشینی و ساختار اقتصادی(صنعتی شدن)، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و صادرات تاثیر مثبت بر شدت مصرف انرژی دارد. هر چند ضریب تحقیق و توسعه بسیار کم است ولی تاثیر مثبت آن بر کاهش شدت مصرف انرژی نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه می‌تواند به عنوان یکی از عوامل فناوری نوظهور تاثیر مثبتی در کاهش شدت مصرف انرژی و صرفه جویی در انرژی داشته باشد. سرمایه گذاری مستقیم خارجی در هر سه حالت مستقیم و غیر مستقیم و کل تاثیر منفی بر کاهش شدت مصرف انرژی داشته است یعنی سرمایه گذاری مستقیم خارجی هم بر شدت انرژی استان خودی و هم استان های همسایه و هم بر کل کشور تاثیر مثبت دارد. که نشان می‌دهد سرریز فناوری خارجی از طریق سرمایه گذاری مستقیم خارجی نتوانسته در کاهش شدت انرژی موثر باشد. اگر به آمار و اطلاعات سرمایه گذاری مستقیم خارجی نگاه کنیم مشاهده می‌کنیم که سرمایه گذاری مستقیم خارجی بسیار کم و در بعضی استان‌ها منفی نیز بوده است. بنابراین با سرمایه گذاری مستقیم خارجی منفی نمی توان شدت مصرف انرژی را کاهش داد. براساس مبانی نظری سرمایه گذاری مستقیم خارجی از طریق انتقال تکنولوژی پیشرفته و راهکارهای مدیریتی نوین می‌تواند در کاهش شدت مصرف انرژی بسیار موثر باشد. ولی ایران بخاطر تحریم های که در دهه اخیر نیز بسیار شدت گرفته است و موقعیت جغرافیایی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

که دارد از جهت ناامن بودن منطقه خاورمیانه در جذب سرمایه گذاری خارجی موفق نبوده است. در واقع می‌توان گفت اینکه سرمایه گذاری مستقیم خارجی تاثیر مثبتی در جهت کاهش شدت مصرف انرژی دارد به جهت ماهیت و رابطه این دو متغیر نیست در واقع ناشی از نبود سرمایه گذاری مستقیم خارجی است.

تجارت خارجی ناشی از واردات بطور مستقیم و کل دارای تاثیر مثبت در کاهش شدت مصرف انرژی است. یعنی واردات در کاهش شدت مصرف انرژی استان خودی تاثیر مثبت و برای استان های مجاور تاثیر منفی داشته است. و در حال کل برای تمامی استان های تاثیر مثبت در کاهش شدت مصرف انرژی داشته است. وجود تاثیر مثبت واردات در کاهش شدت مصرف انرژی از دو جهت می تواند باشد یکی واردات کالاهای با فناوری نوین و در واقع واردات فناوری های نوین که باعث می‌شود بخش های تولیدی داخلی با تقلید و یادگیری فناوری از واردات شدت مصرف انرژی خود را کاهش دهند و دوم واردات باعث کاهش تولید داخلی و از این جهت کاهش مصرف انرژی داخلی شود. که مورد اول می‌تواند موجب پیشرفت کشور شود ولی مورد دوم مورد بحث است. در واقع واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای که در واقع نوعی واردات فناوری محسوب می‌شود نه تنها موجب کاهش شدت مصرف انرژی می‌شود بلکه پیشرفت اقتصادی را نیز در پی دارد ولی واردات کالاهای مصرفی که در واقع موجب تعطیلی تولیدات داخلی می‌شود هم موجب کاهش شدت مصرف انرژی شود و هم کاهش پیشرفت اقتصادی می‌شود.

تجارت خارجی ناشی از صادرات بطور مستقیم و غیر مستقیم و کل دارای تاثیر مثبت بر شدت مصرف انرژی است . یعنی تاثیر افزایش صادرات چه بر شدت مصرف انرژی استان خودی چه استان های مجاور تاثیر مثبت دارد. از لحاظ نظری، کاهش شدت انرژی از طریق صادرات امکان پذیر است. این به این دلیل است که صادرات می‌تواند راهی برای اتخاذ تکنولوژی صرفه جویی در انرژی برای کاهش هزینه تولید و افزایش رقابت در بازار جهانی به شرکت‌ها انگیزه دهد. به طور فزاینده موانع تجاری سختگیرانه سبز نیز شرکت‌ها را به بهبود

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

فن‌آوری و کیفیت محصول تولید تحمیل می‌کند. با این حال، ضریب صادرات در این تحقیق همواره مثبت است ، که نشان می‌دهد که تکنولوژی از طریق صادرات شدت انرژی ایران را بدتر کرده است.

از متغیرهای کنترل ساختار اقتصادی (صنعتی شدن)، هم مستقیم و هم غیر مستقیم و هم کل تاثیر منفی در کاهش شدت مصرف انرژی دارد بدین معنی که صنعتی شدن موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود که مورد انتظار از لحاظ مبانی نظری است. قیمت انرژی نیز تاثیر مثبتی در کاهش شدت مصرف انرژی در هر سه حالت دارد، یعنی قیمت انرژی هم بر شدت مصرف انرژی استان خودی و هم استان های مجاور و هم کل کشور تاثیر منفی دارد. که براساس تقاضا و رابطه معکوس بین قیمت و تقاضا وجود این رابطه ی منفی از لحاظ مبانی نظری مورد تایید است. شاخص شهر نشینی نیز هم در هر سه حالت تاثیر منفی در کاهش شدت انرژی داشته است در واقع افزایش شهرنشینی موجب افزایش شدت مصرف انرژی هم بر استان خودی هم بر استان‌های مجاور می‌شود.

۵. نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه بررسی تاثیر تحقیق و توسعه داخلی و گسترش فناوری از طریق سرمایه گذاری مستقیم خارجی، صادرات و واردات بر شدت مصرف انرژی بوده است . برای بررسی رفتارهای این عوامل تکنولوژیکی بر شدت انرژی منظور با استفاده از داده های پانلی ۲۹ استان ایران(به جز البرز و خراسان جنوبی به علت ناقص بودن آمار و اطلاعات) طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۹۴ از مدل دوربین فضایی با اثرات تصادفی استفاده شده است از آنجا که مناطق ایران در مرحله در حال توسعه و ناهمگن هستند ، اثرات تداخل تکنولوژی بر پتانسیل کاهش شدت انرژی ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد نتیجه گیری اصلی به شرح زیر است:

سرمایه گذاری های بومی در تحقیق و توسعه تاثیر منفی بر شدت انرژی دارد به عبارتی افزایش در سرمایه گذاری تحقیق و توسعه تاثیرمثبت بر کاهش شدت انرژی دارد که این نتیجه با نتیجه مطالعاتی همچون فیشر و همکاران (۲۰۰۴) همچنین تنگ (۲۰۱۱)، ژنگ و همکاران

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

(۲۰۱۱)، هوانگ و یو (۲۰۱۶)، راسخی و همکاران (۱۳۹۵) و هوانگ و همکاران (۲۰۱۷) همسو بوده است بنابراین سرمایه گذاری بومی در تحقیق و توسعه می‌تواند به عنوان یک عامل و راه حلی نوپا در کشورهای در حال توسعه اقدام مناسبی برای کاهش شدت انرژی باشد هر چند ضریب آن بسیار کم بوده است ولی با این حال اگر تحقیق و توسعه را یک مسیر نوظهور در نظر بگیریم قابل توجیه است. تجارت خارجی در قالب واردات یک اثر مثبت را برای کاهش شدت انرژی ایجاد می‌کندکه همسو با مطالعات کول (۲۰۰۶)، ژنگ و همکاران (۲۰۱۱) و هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)است. با این حال، گسترش فناوری از صادرات که با مطالعاتی همچون ژنگ و همکاران (۲۰۱۱) و هوانگ و همکاران (۲۰۱۷) هم سو است و FDI ، شدت انرژی را تشدید می‌کند . علاوه بر این افزایش قیمت انرژی موجب کاهش شدت مصرف انرژی می‌شود که به توجه به قضیه تقاضا و قیمت و رابطه معکوس این دو مولفه، از این رابطه می‌توان پی برد که انرژی یک کالای عادی برای مردم ایران محسوب می‌شود که در مطالعاتی همچون میروسلاو و همکاران (۲۰۱۷)، آرمن و تقی زاده (۱۳۹۲)، فرج زاده (۱۳۹۴) و سیف و حمیدی(۱۳۹۵) نیز تایید شده است. شهرنشینی و صنعتی شدن نیز تاثیر مثبت در شدت مصرف انرژی دارد، چرا که شهر نشینی و صنعتی شدن موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود که همسو با مطالعاتی همچون سیف و حمیدی(۱۳۹۵)، یان (۲۰۱۵) و هوانگ و همکاران(۲۰۱۷) می‌باشد .

متغیر	کاهش شدت انرژی	
	نتیجه مطالعات قبلی	نتیجه این مطالعه
تحقیق و توسعه بومی	فیشر و همکاران(۲۰۰۴)، مثبت تنگ (۲۰۱۱)، مثبت ژنگ و همکاران (۲۰۱۱)، مثبت هوانگ و یو (۲۰۱۶)، مثبت راسخی و همکاران (۱۳۹۵) ، مثبت هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)، مثبت	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر مثبت تحقیق و توسعه بومی بر کاهش شدت انرژی را تایید کرد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

متغیر	کاهش شدت انرژی	
سرمایه گذاری مستقیم خارجی	انتویلر و همکاران (۲۰۰۱)، مثبت میلینگ و گلدمبرک (۲۰۰۲)، مثبت هوبلر (۲۰۰۹)، مثبت ، مثبت الیوت و همکاران (۲۰۱۳)، مثبت هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)، مثبت هوبلر و کلر (۲۰۱۰)، منفی	این مطالعه تاثیر منفی سزمایه گذاری مستقیم خارجی بر کاهش شدت انرژی را نتیجه گیری کرد که با بیشتر مطالعات قبلی مخالف بوده است می‌توان دلیل آن منفی بودن سرمایه گذاری مستقیم خارجی بیشتر استان‌ها دانست.
واردات	کول (۲۰۰۶)، مثبت ژنگ و همکاران (۲۰۱۱) ، مثبت هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)، مثبت	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر مثبت واردات بر کاهش شدت انرژی را تایید کرد.
صادرات	کول (۲۰۰۶)، منفی ژنگ و همکاران (۲۰۱۱) ، منفی هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)، منفی یو (۲۰۱۲)، مثبت	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر منفی صادرات بر کاهش شدت انرژی را تایید کردند که البته این نتیجه توسط یو(۲۰۱۲) به چالش کشیده شد.
قیمت انرژی	آرمن و تقی زاده (۱۳۹۲)، مثبت میروسلا و همکاران(۲۰۱۷)، مثبت هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)، مثبت فرج زاده (۱۳۹۴) ، مثبت سیف و حمیدی(۱۳۹۵)، مثبت سیف و حمیدی (۱۳۹۶)، منفی اقبالی و همکاران (۱۳۹۴)، مثبت عاشوری و همکاران(۱۳۹۸)، مثبت	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر مثبت قیمت انرژی بر کاهش شدت انرژی را تایید کردند
شهرنشینی	سیف و حمیدی(۱۳۹۵)، منفی سیف و حمیدی (۱۳۹۶)، منفی یان (۲۰۱۵) ، منفی هوانگ و همکاران(۲۰۱۷)، منفی	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر منفی قیمت انرژی بر کاهش شدت انرژی را تایید کردند
ساختار اقتصادی	سیف و حمیدی(۱۳۹۵)، منفی سیف و حمیدی (۱۳۹۶)، منفی یان (۲۰۱۵) ، منفی هوانگ و همکاران(۲۰۱۷)، منفی عاشوری و همکاران(۱۳۹۸)، منفی	نتیجه این مطالعه نیز تاثیر منفی قیمت انرژی بر کاهش شدت انرژی را تایید کردند

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان توصیه های زیر را به عنوان یاری کننده کاهش شدت انرژی توصیه کرد:

- با توجه به تاثیر مثبت تحقیق و توسعه در کاهش شدت انرژی ،توصیه می‌شود باید به طور جدی سرمایه گذاری های بومی در فعالیت های تحقیق و توسعه را به عنوان عامل فناوری داخلی در کاهش شدت انرژی و توسعه اقتصاد پایدار بین چهار عامل تکنولوژیکی تقویت کرد.
- با توجه به تاثیر مثبت واردات به عنوان یکی از عوامل تکنولوژی در کاهش شدت مصرف انرژی توصیه می‌شود افزایش واردات به خصوص واردات مواد اولیه و سرمایه ای و از این طریق سرریز فناوری را تقویت کنند
- با ایجاد محیطی امن و قابل اعتماد برای جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و فناوری‌های نوین مسیری را در جهت کاهش شدت مصرف انرژی باز کنند.
- تاثیر مثبت قیمت انرژی در کاهش شدت انرژی بیانگر آن است که حذف بخشی از یارانه‌های حامل های نفتی توانسته تاثیر مثبت و موثری در کاهش مصرف این حامل‌ها داشته باشد بنابراین توصیه می‌شود در جهت حذف یارانه‌ها اقداماتی موثر صورت گیرد.
- شهرنشینی و ساختار اقتصادی مطابق انتظار تاثیر منفی در جهت کاهش شدت مصرف انرژی دارد که توصیه می‌شود با بردن کارخانجات و صنعت‌ها به مناطق دور از شهر و ایجاد کارخانجات در مناطق روستایی هم از کوچ روستایان به شهر و افزایش شهرنشینی جلوگیری شود و هم با کاهش صنعتی شدن شهرها و افزایش این صنایع در روستاها ساختار صنعتی کشور به صورت منظم و یکدست در تمام مناطق کشور دربیاد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

منابع

آرمن سید عزیز ، تقی زاده سمیرا (۱۳۹۲) ، بررسی عوامل موثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه ای ایران، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران ، سال دوم ، شماره ۸ ، صص ۱-۲۰.

اقبالی علیرضا ، گسکری ریحانه ، مرادی مهدیس ، پرهیزی هادی(۱۳۹۴) ، بررسی شدت انرژی در کشورهای نفتی و غیر نفتی، تحقیقات اقتصادی ، دوره ۵۰ ، شماره ۱ ، صص ۱-۲۰.

راسخی سعید ، اسدی سید پیمان ، کیانی مائده(۱۳۹۵)، مدلسازی شدت انرژی در صنایع کارخانه ای ایران ، فصلنامه مدلسازی اقتصاد سنجی، سال دوم ، شماره اول ، صص ۳۳-۵۷.

فرج زاده زکریا (۱۳۹۴)، شدت انرژی در اقتصاد ایران : اجزا و عوامل تعیین کننده ، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ، سال چهارم ، شماره ۱۵ ، صص ۴۳-۸۶.

ابراهیمی سالاری تقی، قطب الدینیان یزد(۱۳۹۲)، تحلیلی از روند شدت مصرف انرژی در کشورهای عمده صادرکننده نفت خام(طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۰)، سومین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، دانشگاه فردوسی مشهد.

سیف اله مراد ، حمیدی رزی داوود(۱۳۹۵) ، بررسی تاثیر شاخص های منتخب دانش بنیان بر شدت انرژی استان های کشور ، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ، سال پنجم ، شماره ۱۷، صص۱۰۱-۱۴۵.

سیف اله مراد ، حمیدی رزی داوود(۱۳۹۶)، عوامل موثر بر شاخص شدت انرژی استان‌های کشور : رهیافت داده های تابلویی پویای فضایی، فصل نامه ی مطالعات اقتصادی انرژی ، سال سیزدهم ، شماره ۵۲، صص ۶۱-۱۰۳.

عاشوری مریم، پارسا حجت، حیدری ابراهیم(۱۳۹۸) عوامل موثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران: رویکرد میانگین گیری بیزی. فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی؛ ۵(۱۴)، صص ۲۹-۶۳.

متفکر آزاد محمد علی، مظفری زانا (۱۳۹۵)، مصرف انرژی در افق سیکل‌های تجاری صنعت ایران. فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی; ۲ (۵) ، صص۱۶۵-۱۹۸

وزارت نیرو(۱۳۹۵) ، ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶- ۱۳۹۵ ، دفتر بر نامه ریزی کلان برق و انرژی.

سالنامه آماری استان‌ها (سال ۱۳۸۶-۱۳۹۴) ، مرکز آمار ایران.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

مدیریت تامین و توزیع، آمار نامه مصرف فرآورده های نفتی انرژی زا (سال ۸۹-۹۴). شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران.

چکیده نتایج طرح آمارگیری از کارگاه های دارای فعالیت تحقیق و توسعه (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ ، ۱۳۸۹)، نشریات مرکز آمار ایران.

نتایج آمارگیری از فعالیت های دارای تحقیق و توسعه (سال های ۸۹-۹۱-۹۲-۹۴)، نشریات مرکز آمار ایران.

Adom, P.K. (2015). Asymmetric impacts of the determinants of energy intensity in Nigeria. Energy Econ. 49, 570–580.

Adom, P.K., Kwakwa, P.A. (2014). Effects of changing trade structure and technical characteristics of the manufacturing sector on energy intensity in Ghana. Renew. Sustain. Energy Rev. 35, 475–483.

Antweiler, W., Copeland, B.R., Taylor, M.S. (2001). Is free trade good for the environment? Am. Econ. Rev. 91, 877–908.

Coe, D.T., Helpman, E. (1995). International R & D spillovers. Eur. Econ. Rev. 39, 859–887.

Cohen, W., Levinthal, D.A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. Econ. J. 99, 569–596.

Cole, M.A. (2006). Does trade liberalization increase national energy use? Econ. Lett. 92, 108–112.

Dale W. Jorgenson (1984), The Role of Energy in Productivity Growth, The Energy Journal, 03, 005, 11-26.

Elliott, R.J.R., Sun, P.Y., Chen, S.Y. (2013). Energy intensity and foreign direct investment: a Chinese city-level study. Energy Econ. 40, 484–494.

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G.H., Liu, H.M., Tao, Q. (2004). What is driving China's decline in energy intensity? Resour. Energy Econ. 26, 77–97.

Hang, L.M., Tu, M.Z. (2007). The impacts of energy prices on energy intensity: evidence from China. Energy Policy 35, 2978–2988.

Huang, J.B., Yu, S.W. (2016). The effects of investment on energy intensity: evidence from China. Chin. J. Popul. Resour. Environ. 14, 197–207.

Huang, J.B., 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. Econ. Model. 65, 40–49.

Hübler, M. (2009). Energy saving technology diffusion via FDI and trade: A CGE Model of China. Kiel Working Papers, available online: < ⟨http://ideas.repec.org/p/kie/kieliw/1479.html⟩ > . (accessed 10 August 2016).

Hübler, M., Keller, A. (2010). Energy savings via FDI? Empirical evidence from developing countries. Environ. Dev. Econ. 15, 59–80.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

Keller, W. (2002). Geographic localization of international technology diffusion. Am. Econ. Rev. 92, 120–142.

LeSage J. P. & Pace, R. Kelley. (2009). Introduction to spatial econometrics. 16-24.

Mielnik, O., Goldemberg, J. (2002). Foreign direct investment and decoupling between energy and gross domestic product in developing countries. Energy Policy 30, 87–89.

Miroslav Verbi, Sanja Filipovic, Mirjana Radovanovic (2017), Electricity prices and energy intensity in Europe, Utilities Policy, 07, 001, 1-11

Romer P.M. (1990). Endogenous technological change. J. Political Econ. 98, S71–S102.

Sadorsky, P. (2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries? Energy Econ. 37, 52–59.

Saggi, K. (2002). Trade, foreign direct investment, and international technology transfer: a survey. World Bank Res. Obs. 17, 191–235.

Sam H. Schurr (1982), Energy Efficiency and Productive Efficiency: Some Thoughts Based on American Experience, The Energy Journal, 03, 003. 3-14

Soofi, Abdol S. (2017). "*A comparative study of Chinese and Iranian Science & Technology, and techno-industrial development policies*," *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, vol. 122(C), pages 107-118.

Teng, Y.H. (2011). Indigenous R & D, technology import and energy consumption intensity: evidence from industrial sectors in China. Chin. J. Popul Resour Enviorment ,21, 169–175.

Wang, C. (2013). Upgrading China's Information and Communication Technology Industry: State-Firm Strategic Coordination and the Geography of Technological Innovation. World Scientific Publishing Company, Singapore

Wooldridge, J.M. (2002). Econometric Analysis of Cross Section and PanelData. MIT Press, Cambridge, MA.

Wu, Y.B. (2008). Indigenous R & D, technology imports and productivity: evidence from industries across regions of China. Econ. Res. 8, 51–64.

Wu Y.R. (2012). Energy intensity and its determinants in China's regional economies. Energy Policy 41, 703–711.

Yan H.J. (2015). Provincial energy intensity in China: the role of urbanization. Energy Policy 86, 635–650.

Zheng Y.M. Qi, J.H. and X.L. Chen (2011). The effect of increasing exports on industrial energy intensity in China. Energy Policy 39, 2688–2698.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

ضمیمه

```
use paneldata9.dta,clear

. spmat use WMat using WMat.spmat
object with name WMat already exists
r(498);

. spmat summarize WMat, links

Summary of spatial-weighting object WMat
----------------------------------------
Matrix |          Description
-------------+--------------------------
Dimensions |              29 x 29
Stored as |              29 x 29
Links      |
total |                 136
min |                   3
mean |                4.689655
max |                   8
----------------------------------------
. xtset id year
panel variable:  id (strongly balanced)
time variable:  year, 1386 to 1394
delta:  1 unit

. xsmle ei rd fdi im ex ep es u , wmat(WMat) model(sdm) fe type(ind) effects
nsim(500)
Warning: All regressors will be spatially lagged

Iteration 0:   Log-likelihood =  649.99657
Iteration 1:   Log-likelihood =  658.23114
Iteration 2:   Log-likelihood =  658.91237
Iteration 3:   Log-likelihood =  658.91468
Iteration 4:   Log-likelihood =  658.91468
Computing marginal effects standard errors using MC simulation...
```

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

SDM with spatial fixed-effects **Number of obs = 261**

Group variable: id **Number of groups = 29**
Time variable: year **Panel length = 9**

R-sq: within = 0.4878
between = 0.1123
overall = 0.2452

Mean of fixed-effects = 0.1487

Log-likelihood = 658.9147

ei	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
Main						
rd	-.00404	4.87e-10	-2.54	0.052	-5.74e-10	1.33e-09
fdi	.001161	2.05e-09	3.62	0.000	2.29e-09	1.03e-08
im	- .006431	1.21e-11	-2.42	0.016	-4.30e-11	4.53e-12
ex	.002542	4.05e-12	2.41	0.016	4.15e-12	2.00e-11
pe	-.027660	.0000158	-1.12	0.062	-.000042	.0000199
es	-.017001	.0401598	-2.87	0.005	.0215511	.1789745
u	.002041	.2546523	-0.05	0.058	-.5921464	.4060723
Wx						
rd	-.003192	1.23e-09	-3.11	0.002	-4.78e-09	2.16e-11
fdi	.008974	5.33e-09	1.75	0.081	-5.88e-09	1.50e-08
im	.001104	2.56e-11	2.56	0.010	2.40e-12	1.03e-10
ex	.020846	9.45e-12	1.83	0.067	-5.95e-12	3.11e-11
pe	-.016400	.0000168	-3.08	0.002	-.0000525	.0000134
es	.006251	.0694867	-3.92	0.000	-.1098389	.1625438
u	-.001954	.3653267	-3.96	0.000	-.7718943	.6601602
Spatial						
rho	-.051654	.0917304	-2.96	0.003	-.1924868	.1670896
Variance						
sigma2_e	.00898	.0000329	11.42	0.000	.0003111	.00044
LR_Direct						

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

rd | .00470 5.02e-10 2.60 0.016 -5.78e-10 1.39e-09
fdi | .001140 1.98e-09 3.67 0.000 2.33e-09 1.01e-08
im | - .006251 1.16e-11 -2.46 0.014 -4.09e-11 4.68e-12
ex | .006255 3.84e-12 2.49 0.014 4.35e-12 1.94e-11
pe | -.02734 .0000153 -2.13 0.027 -.000041 .0000191
es | .017954 .0397374 2.91 0.009 .0245668 .1803347
u | .002646 .270973 -2.06 0.050 -.6191376 .4430571

LR_Indirect |
rd | -.002648 1.14e-09 -2.04 0.042 -4.65e-09 -1.82e-10
fdi | .008325 5.03e-09 1.09 0.277 -5.01e-09 1.47e-08
im | .001076 2.56e-11 2.08 0.038 3.17e-12 1.04e-10
ex | .002746 9.09e-12 1.50 0.076 -5.75e-12 2.99e-11
pe | -.010536 .0000162 -2.06 0.042 -.0000508 .0000128
es | .0058649 .0649752 2.54 0.092 -.1081352 .1465627
u | -.0025521 .3679245 -2.04 0.003 -.7697709 .6724668

LR_Total |
rd | -.031709 1.26e-09 -2.59 0.011 -4.48e-09 4.58e-10
fdi | .001978 5.47e-09 2.35 0.019 3.36e-10 2.18e-08
im | -.044201 2.71e-11 -1.76 0.050 -1.78e-11 8.84e-11
ex | .051211 9.72e-12 1.94 0.052 4.88e-12 4.30e-11
pe | -.04263 5.54e-06 -5.21 0.000 -.0000409 -.0000192
es | .023755 .0744729 2.10 0.035 -.0242997 .2676287
u | .000133 .2480918 -1.09 0.097 -.6229433 .3495586

***** Spatial Panel Aautocorrelation Tests**

Ho: Error has No Spatial AutoCorrelation
Ha: Error has Spatial AutoCorrelation

- GLOBAL Moran MI = 0.6552 P-Value > Z(0.851) 0.0221
- GLOBAL Geary GC = 1.0221 P-Value > Z(0.431) 0.0068
- GLOBAL Getis-Ords GO = -0.9351 P-Value > Z(-0.851) 0.0047

- Moran MI Error Test = 0.9452 P-Value > Z(14.346) 0.0011

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

- LM Error (Burridge) = 0.3823 P-Value > Chi2(1) 0.5364
- LM Error (Robust) = 187.5993 P-Value > Chi2(1) 0.0000

Ho: Spatial Lagged Dependent Variable has No Spatial AutoCorrelation
Ha: Spatial Lagged Dependent Variable has Spatial AutoCorrelation

- LM Lag (Anselin) = 18.7680 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Lag (Robust) = 205.9850 P-Value > Chi2(1) 0.0000

Ho: No General Spatial AutoCorrelation
Ha: General Spatial AutoCorrelation

- LM SAC (LMErr+LMLag_R) = 206.3673 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- LM SAC (LMLag+LMErr_R) = 206.3673 P-Value > Chi2(2) 0.0000

==========
==========
***** Panel Heteroscedasticity Tests**
==========
==========
Ho: Panel Homoscedasticity - Ha: Panel Heteroscedasticity

- Engle LM ARCH Test AR(1): E2 = E2_1 = 34.1318 P-Value > Chi2(1) 0.0000

- Hall-Pagan LM Test: E2 = Yh = 44.6541 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Hall-Pagan LM Test: E2 = Yh2 = 49.3503 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Hall-Pagan LM Test: E2 = LYh2 = 22.0839 P-Value > Chi2(1) 0.0000

- Harvey LM Test: LogE2 = X = 53.4597 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- Wald Test: LogE2 = X = 263.0920 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Glejser LM Test: |E| = X = 91.9350 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- Breusch-Godfrey Test: E = E_1 X = 74.5513 P-Value > Chi2(1) 0.0000

- Machado-Santos-Silva Test: Ev=Yh Yh2 = 52.2182 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- Machado-Santos-Silva Test: Ev=X = 68.7462 P-Value > Chi2(14) 0.0000

- White Test - Koenker(R2): E2 = X = 65.8239 P-Value > Chi2(14) 0.0000

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

- White Test - B-P-G (SSR): E2 = X = 110.0468 P-Value > Chi2(14) 0.0000

- White Test - Koenker(R2): E2 = X X2 = 83.5837 P-Value > Chi2(28) 0.0000
- White Test - B-P-G (SSR): E2 = X X2 = 139.7381 P-Value > Chi2(28) 0.0000

- White Test - Koenker(R2): E2 = X X2 XX= 194.0052 P-Value > Chi2(119)0.0000
- White Test - B-P-G (SSR): E2 = X X2 XX= 324.3447 P-Value > Chi2(119)0.0000

- Cook-Weisberg LM Test: E2/S2n = Yh = 74.6543 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Cook-Weisberg LM Test: E2/S2n = X = 110.0468 P-Value > Chi2(14) 0.0000

***** Single Variable Tests (E2/Sig2):**
- Cook-Weisberg LM Test: rd = 0.6699 P-Value > Chi2(1) 0.4131
- Cook-Weisberg LM Test: fdi = 1.6818 P-Value > Chi2(1) 0.1947
- Cook-Weisberg LM Test: sex = 0.6754 P-Value > Chi2(1) 0.4112
- Cook-Weisberg LM Test: sim = 1.6520 P-Value > Chi2(1) 0.1987
- Cook-Weisberg LM Test: pe = 2.0597 P-Value > Chi2(1) 0.1512
- Cook-Weisberg LM Test: u = 9.7331 P-Value > Chi2(1) 0.0018
- Cook-Weisberg LM Test: es = 73.4107 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_rd = 0.5271 P-Value > Chi2(1) 0.4678
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_fdi = 0.1400 P-Value > Chi2(1) 0.7082
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_sex = 16.9405 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_sim = 18.1904 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_pe = 0.7678 P-Value > Chi2(1) 0.3809
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_u = 1.0643 P-Value > Chi2(1) 0.3022
- Cook-Weisberg LM Test: w1x_es = 0.2710 P-Value > Chi2(1) 0.6027

***** Single Variable Tests:**
- King LM Test: rd = 0.6543 P-Value > Chi2(1) 0.4186
- King LM Test: fdi = 0.0769 P-Value > Chi2(1) 0.7816
- King LM Test: sex = 6.8458 P-Value > Chi2(1) 0.0089
- King LM Test: sim = 7.1244 P-Value > Chi2(1) 0.0076
- King LM Test: pe = 3.2364 P-Value > Chi2(1) 0.0720

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

- King LM Test: u = 12.9380 P-Value > Chi2(1) 0.0003
- King LM Test: es = 66.0470 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- King LM Test: w1x_rd = 0.9131 P-Value > Chi2(1) 0.3393
- King LM Test: w1x_fdi = 2.3846 P-Value > Chi2(1) 0.1225
- King LM Test: w1x_sex = 11.0759 P-Value > Chi2(1) 0.0009
- King LM Test: w1x_sim = 5.4068 P-Value > Chi2(1) 0.0201
- King LM Test: w1x_pe = 0.4323 P-Value > Chi2(1) 0.5108
- King LM Test: w1x_u = 0.0000 P-Value > Chi2(1) 0.9988
- King LM Test: w1x_es = 0.3066 P-Value > Chi2(1) 0.5797

==========
==========
*** Panel Groupwise Heteroscedasticity Tests**
==========
==========
Ho: Panel Homoscedasticity - Ha: Panel Groupwise Heteroscedasticity

- Lagrange Multiplier LM Test = 259.8712 P-Value > Chi2(28) 0.0000
- Likelihood Ratio LR Test = 156.7924 P-Value > Chi2(28) 0.0000
- Wald Test =1463.0920 P-Value > Chi2(29) 0.0000

==========
==========
*** Panel Non Normality Tests**
==========
==========
Ho: Normality - Ha: Non Normality

***** Non Normality Tests:**
- Jarque-Bera LM Test = 21.1115 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- White IM Test = 27.5972 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- Doornik-Hansen LM Test = 17.4561 P-Value > Chi2(2) 0.0002
- Geary LM Test = -4.3740 P-Value > Chi2(2) 0.1123
- Anderson-Darling Z Test = 2.7753 P > Z(4.795) 1.0000
- D'Agostino-Pearson LM Test = 11.3442 P-Value > Chi2(2) 0.0034

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

***** Skewness Tests:**
- Srivastava LM Skewness Test = 1.4772 P-Value > Chi2(1) 0.2242
- Small LM Skewness Test = 1.5341 P-Value > Chi2(1) 0.2155
- Skewness Z Test = 1.2386 P-Value > Chi2(1) 0.2155

***** Kurtosis Tests:**
- Srivastava Z Kurtosis Test = 4.4311 P-Value > Z(0,1) 0.0000
- Small LM Kurtosis Test = 9.8101 P-Value > Chi2(1) 0.0017
- Kurtosis Z Test = 3.1321 P-Value > Chi2(1) 0.0017

Skewness Coefficient = 0.1843 - Standard Deviation = 0.1508
Kurtosis Coefficient = 4.3437 - Standard Deviation = 0.3004

Runs Test: (96) Runs - (124) Positives - (137) Negatives
Standard Deviation Runs Sig(k) = 8.0421 , Mean Runs E(k) = 131.1762
95% Conf. Interval [E(k)+/- 1.96* Sig(k)] = (115.4137 , 146.9388)

==========
***** Tobit Heteroscedasticity LM Tests**
==========
Separate LM Tests - Ho: Homoscedasticity
- LM Test: rd = 41.878 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: fdi = 45.620 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: sex = 28.0052 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: sim = 65.0840 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: pe = 32.7661 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: u = 55.0073 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: es = 29.9070 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: w1x_rd = 8.7017 P-Value > Chi2(1) 0.0032
- LM Test: w1x_fdi = 11.6448 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: w1x_sex = 9.7418 P-Value > Chi2(1) 0.0018
- LM Test: w1x_sim = 5.4334 P-Value > Chi2(1) 0.0198
- LM Test: w1x_pe = 31.0892 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: w1x_u = 35.2090 P-Value > Chi2(1) 0.0000
- LM Test: w1x_es = 16.4402 P-Value > Chi2(1) 0.0000

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]

Joint LM Test - Ho: Homoscedasticity
- LM Test = 108.0978 P-Value > Chi2(14) 0.0000

==========
==========
***** Tobit Non Normality LM Tests**
==========
==========
LM Test - Ho: No Skewness
- LM Test = 75.5650 P-Value > Chi2(1) 0.0000

LM test - Ho: No Kurtosis
- LM Test = 41.8836 P-Value > Chi2(1) 0.0000

LM Test - Ho: Normality (No Kurtosis, No Skewness)
- Pagan-Vella LM Test = 79.9055 P-Value > Chi2(2) 0.0000
- Chesher-Irish LM Test = 72.3437 P-Value > Chi2(2) 0.0000

[Downloaded from epprjournal.ir on 2025-08-23]