



بررسی تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی در استان‌های ایران

مرضیه روزبهانی | دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه رازی

کیومرث سهیلی* | دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی

شهرام فتاحی | دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی

چکیده

شدت انرژی از شاخص‌های مهم ارزیابی مصرف انرژی است و کاهش آن از اهداف سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشورها است. تدوین سیاست‌های مؤثر بر کاهش شدت انرژی نیازمند مطالعه عوامل مؤثر بر آن است. در این مطالعه به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی به تفکیک استان‌های ایران با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی فضایی و داده‌های پانل ۳۰ استان کشور طی دوره ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ پرداخته شده است. پس از تأیید وابستگی فضایی به وسیله آزمون‌های موران و Panel (robust) LM و همگرایی مطلق و شرطی «بتا» آزمون شده و براساس نتایج، همگرایی مطلق شدت انرژی در ایران تأیید شده است به این معنا که سرعت کاهش شدت انرژی در استان‌هایی با شدت انرژی بالاتر بیش از سرعت کاهش شدت انرژی در استان‌هایی با شدت انرژی کمتر است. برای بررسی همگرایی شرطی، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به مدل اضافه شد و نتایج، همگرایی شرطی شدت انرژی و همچنین کاهش میزان شدت انرژی با افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را نشان داده است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با ورود تکنولوژی جدید تولید باعث افزایش کارایی استفاده از نهاده‌های تولید از جمله انرژی شده و این مورد منجر به همگرایی شدت انرژی در بین استان‌های ایران می‌شود. اثرات سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی منفی و معنی‌دار نشده است که می‌توان پایین بودن میزان جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و عدم توزیع آن در سطح استان‌ها را عامل آن دانست. به طور کلی افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در یک استان خاص باعث همگرایی شدت انرژی و اثر سرریز آن به صورت بالقوه باعث همگرایی شدت انرژی در استان‌های کشور می‌شود.

کلیدواژه‌ها: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شدت انرژی، مدل اقتصادسنجی فضایی، اثرات سرریز، استان‌های ایران

طبقه‌بندی JEL: Q43 , C23 , E22

* نویسنده مسئول: ksohaili@razi.ac.ir

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده بی‌رویه از منابع انرژی باعث افزایش آلودگی هوا، کاهش ذخایر انرژی تجدیدناپذیر، افزایش دمای کره زمین و سایر تبعات زیست‌محیطی شده است. با توجه به موارد ذکر شده کشورها به دنبال راهکارهایی جهت بهینه‌سازی در تولید و مصرف انرژی بوده و ترجیح می‌دهند جهت کسب تولید ناخالص داخلی مشخص، انرژی کمتری مصرف نمایند و به عبارت دیگر، شدت انرژی^۱ (EI) خود را کاهش دهند. ایران از لحاظ مصرف انرژی برای تولید کالا و ارائه خدمات جزء کشورهای با شدت انرژی بسیار بالا محسوب می‌شود. شدت مصرف نهایی انرژی در ایران نه تنها در مقایسه با کشورهای خاورمیانه بسیار بالاتر است، بلکه از کشورهای مناطق نفت‌خیز نیز بیشتر است. همان‌طور که در جدول (۱) نشان داده شده است، برخلاف آنچه در جهان در حال وقوع است، اقتصاد ایران در مسیر کاهش شدت انرژی قرار ندارد، بلکه همچنان با هر واحد تولید ناخالص ملی حقیقی بیشتر، انرژی بیشتری نسبت به قبل، مصرف می‌کند.

جدول (۱): شاخص شدت انرژی کل کشور

سال	شدت عرضه انرژی اولیه کشور (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	شدت مصرف نهایی انرژی کشور (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)
۱۳۸۹	۰/۲۵	۰/۱۷
۱۳۹۰	۰/۲۵	۰/۱۷
۱۳۹۱	۰/۲۷	۰/۱۸
۱۳۹۲	۰/۲۸	۰/۱۹
۱۳۹۳	۰/۲۹	۰/۱۹
۱۳۹۴ ^۲	۰/۲۹	۰/۱۹

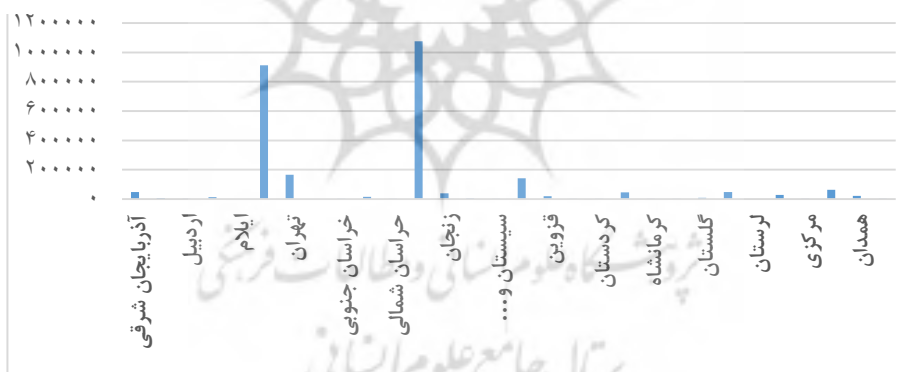
منبع: ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی

یافتن راهکارهایی جهت رسیدن به بالاترین رشد اقتصادی با کمترین میزان استفاده از منابع انرژی و آلودگی زیست‌محیطی از مهم‌ترین وظایف سیاست‌گذاران و مسئولان است و باید به دنبال توسعه‌ای بود که همراه با رشد، مستلزم افزایش صرفه‌جویی انرژی و بهبود کارایی انرژی باشد، از این‌رو مطالعه دلایل کاهش شدت انرژی در کشورهای توسعه‌یافته

1. Energy Intensity

۲. در سال ۱۳۹۴، سال پایه توسط بانک مرکزی تغییر کرده است.

از مهم‌ترین مباحث در ادبیات اقتصاد انرژی است. از بین این عوامل، پیشرفت‌های تکنولوژیکی توجه بیشتری را در کشورهای در حال توسعه به خود جلب کرده است. در ادبیات اقتصادی، به طور گسترده‌ای ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی^۱ (FDI) به عنوان مکانیسم اصلی برای انتشار تکنولوژی شناخته شده است، زیرا پیشرفت تکنولوژی کاهش مصرف انرژی برای تولید یک واحد محصول را نسبت به قبل دارد. در کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری مستقیم و غیر مستقیم خارجی یکی از جمله منابع تأمین مالی است. فواید سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی شامل جذب سرمایه، تکنولوژی، دانش روز، بالا بردن توانایی مدیریت، افزایش اشتغال، بهبود تراز پرداخت‌ها و افزایش قدرت رقابت است. با توجه به نقش مهم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و گسترش فرایند جهانی شدن، کشورهای در حال توسعه جهان، طی دهه‌های اخیر برای جذب این سرمایه‌ها، در حال رقابت هستند. در نمودار (۱) میانگین سرمایه‌گذاری خارجی جذب شده در استان‌های ایران طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۴ نشان داده شده است. آمار و اطلاعات موجود در نمودار (۱)، که از بانک داده‌های مالی و اقتصادی موجود در سایت وزارت امور اقتصادی و دارایی، جمع‌آوری و پردازش شده است نشان‌دهنده توزیع نامتوازن و مقدار اندک سرمایه‌گذاری خارجی جذب شده در سطح استان‌های کشور است.



نمودار (۱): میانگین سرمایه‌گذاری خارجی جذب شده در ۳۰ استان کشور در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴
منبع: بانک داده‌های مالی و اقتصادی، سایت وزارت امور اقتصادی و دارایی^۲

1. Foreign direct investment

۲. ابتدا داده‌های مربوط به سرمایه‌گذاری خارجی جذب شده به تفکیک استان‌ها برای دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۴ از بانک داده‌های مالی و اقتصادی موجود در سایت وزارت امور اقتصادی و دارایی، جمع‌آوری شد. سپس برای نشان دادن روند کلی متغیر و همچنین به دلیل ناچیز بودن رقم سرمایه‌گذاری در برخی استان‌ها میانگین سرمایه‌گذاری خارجی جذب شده برای هر استان، با برنامه اکسل محاسبه شد.

کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)^۱ هر ساله در سلسله گزارش‌هایی موسوم به «سرمایه‌گذاری خارجی در جهان» آمار مربوط به روند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کشورهای مختلف را منتشر می‌کند. براساس گزارش‌های UNCTAD، میزان سرمایه‌گذاری خارجی جذب‌شده در ایران در سال ۲۰۱۲ برابر با ۴ میلیارد و ۶۲۲ میلیون دلار برآورد شده است. این مقدار در سال ۲۰۱۳ نیز ۳ میلیارد و ۵۰ میلیون دلار بوده است. ایران در سال ۲۰۱۴ بالغ بر ۲ میلیارد و ۱۰۵ میلیون دلار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جذب کرده بود که این رقم در سال ۲۰۱۵ به ۲ میلیارد و ۵۰ میلیون دلار کاهش یافته است. میزان جذب سرمایه‌گذاری خارجی ایران در سال ۲۰۱۷ نزدیک به ۵۰ درصد افزایش یافته که به علت مشارکت شرکت‌های خارجی در اکتشاف و تولید بخش نفت و گاز بوده است، اما در دوم اردیبهشت ۱۳۹۷ (۸ می ۲۰۱۸) با خروج آمریکا از برجام و بازگشت دوباره تحریم‌های ایران، شرکت‌های بزرگی نظیر توتال و خودروسازان اروپایی از ایران خارج شدند و شرکت‌هایی ماند بوئینگ و ایرباس قراردادهای خود را در ایران فسخ کردند. میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ایران در سال ۲۰۱۷ به ۵ میلیارد و ۱۹ میلیون دلار رسیده بود، یعنی میزان سرمایه‌گذاری خارجی در ایران در سال ۲۰۱۸ با کاهش ۳۳/۶۹ درصد مواجه شده است. براساس گزارش‌های سرمایه‌گذاری خارجی در جهان، منتشره توسط کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)، در سال ۲۰۱۸ در جهان ۱۲۹۷ میلیارد دلار جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انجام شده است که سهم ایران از این میزان برابر با ۶۹٪ درصد است. جایگاه ایران در سال ۲۰۱۷ برابر با ۴۵ بود اما در سال ۲۰۱۸ با ۱۰ پله نزول در جایگاه ۵۵ قرار گرفت.

با توجه به اینکه ایران یک کشور در حال توسعه است، برای سرعت بخشیدن به مراحل توسعه نیازمند جذب بیشتر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و استفاده از منافع آن در جهت توسعه‌یافتگی است و از طرفی با مسئله افزایش شدت انرژی مواجه است. کنترل و کاهش شدت انرژی در ایران، مستلزم شناسایی و تعیین همه عوامل مؤثر بر شدت انرژی و برآورد میزان تأثیرگذاری آن‌ها است. از عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی کشور، همگرایی شدت انرژی در بین استان‌ها است که خود تحت تأثیر اثرات سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی قرار دارد. با توجه به اهمیت موضوع در پژوهش‌های انجام‌شده توجهی به تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی در استان‌های کشور

نشده است. علاوه بر این، با توجه به ماهیت مشاهدات از روش‌های اقتصادسنجی فضایی استفاده می‌شود که به برآوردهای سازگار، بدون تورشی منجر می‌شود و نتایج قابل اعتمادی را ارائه می‌دهد. لذا در پژوهش حاضر تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی^۱ در استان‌های ایران طی دوره ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ با استفاده از روش اقتصادسنجی فضایی^۲ بررسی شده است.

چارچوب پژوهش حاضر در چند بخش تنظیم شده است. پس از بیان مقدمه فوق، ادبیات پژوهش شامل مروری بر ادبیات نظری و مروری بر مطالعات تجربی اعم از خارجی و داخلی، مطرح شده است. سپس در بخش سوم روش پژوهش، بخش چهارم مدل عمومی اقتصادسنجی فضایی، تشریح شده است. در بخش پنجم، مدل اقتصادسنجی مورد استفاده، تصریح شده و متغیرهای مدل معرفی شده‌اند. در بخش ششم در قسمت یافته‌های تجربی، وجود همگرایی مطلق و همگرایی شرطی بتا، آزمون شده و مدل برآورد و نتایج آن‌ها تفسیر شده است. در نهایت، جمع‌بندی و پیشنهادهای پژوهش ذکر شده است.

۲. ادبیات پژوهش

در این بخش ابتدا مبانی نظری تحقیق و سپس پیشینه پژوهش در دو بخش مطالعات داخلی و مطالعات خارجی مرتبط با موضوع ذکر شده است.

۲-۱. مروری بر ادبیات نظری

از دهه ۱۹۸۰ مسئله همگرایی به یکی از مسائل مهم در ادبیات اقتصاد کلان تبدیل شد و تا به حال مطالعات بسیار زیادی در این زمینه در سطح دنیا انجام شده است. بامول^۳ (۱۹۸۶) در تحقیق خود تحت عنوان «رشد بهره‌وری، همگرایی و رفاه» شواهدی از داده‌های بلندمدت همگرایی ۱۶ کشور پیشرفته صنعتی را طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۷۱)، مورد بررسی قرار داد. وی انتشار تکنولوژی را عامل همگرایی دانسته و بیان می‌کند که انتشار تکنولوژی مانند یک کالای عمومی است و انتشار آن منجر به ارتقای کشورها و همگرایی بین آن‌ها می‌شود. می‌توان گفت زمانی کشورها می‌توانند سهم خود را در بازارهای جهانی حفظ نمایند که همواره کالای جدید به بازار عرضه کنند و در این مسیر کشورهای در حال توسعه به دلیل ضعف تکنولوژیکی همواره می‌بایست بیشتر بیاموزند و فناوری‌های جدید را

1. Convergence of energy intensity

2. Spatial econometrics

3. Bamol

به کشور خود وارد کنند. به عقیده وی جهانی شدن برای کشورهای در حال توسعه یک مزیت است چرا که به واسطه این فرایند میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش می‌یابد. (بهرامی و پهلوانی، ۱۳۹۳). «در نتیجه افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انتقال تکنولوژی صورت می‌گیرد و از آنجایی که تقلید تکنولوژی کم‌هزینه‌تر از اختراع و تولید آن است، از این‌رو کشورهای پیرو می‌توانند از طریق تقلید تکنولوژی نرخ رشد بهره‌وری‌شان را افزایش دهند، چراکه در توسعه دانش جدید کشور رهبر دچار آزمون و خطا می‌شود، اما کشور مقلد این مسیر را طی نمی‌نماید. این فرایند به ارتقای تکنولوژیکی معروف است. با توجه به اینکه شدت انرژی معیار نسبتاً دقیقی از سطح تکنولوژی بوده و قابل اندازه‌گیری است، بررسی فرضیه ارتقای تکنولوژیکی و میل به سطح مشترک شدت انرژی مطرح می‌شود»^۱. در واقع همگرایی در شدت انرژی بین مناطق مختلف می‌تواند به دلایل مختلفی همچون انتقال تکنولوژی، بهبود کارایی استفاده از انرژی و یا تغییر در ترکیب حامل‌های انرژی اتفاق بیفتد. در مدل‌های رشد درون‌زا، اثر جذب تکنولوژی، سهم بزرگی در همگرا شدن مصرف انرژی کشورها دارد. در ادبیات اقتصادی به طور گسترده‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات به عنوان مکانیسم‌های اصلی برای انتشار فناوری شناخته شده‌اند.^۲

گروسمن و کروگر^۳، برای توضیح اثرات زیست‌محیطی آزادسازی تجاری سه اثر مقیاس، ترکیب و فنی^۴ را معرفی کردند. این روش برای تفکیک و تبیین تئوریک اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر روی شدت انرژی نیز قابل‌استفاده است. فناوری پیشرفته‌ای که همراه با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی وارد می‌شود، دارای بهره‌وری بالاتر و کارایی انرژی بیشتری نسبت به فناوری موجود است که این امر جهش فناوری و همچنین کاهش شدت انرژی را تسهیل می‌کند. چرا که ممکن است بهره‌وری بنگاه را از طریق اثرات سرریز تحت تأثیر قرار دهد و همچنین ممکن است با انباشت سرمایه‌فیزیکی، فناوری‌های نوین را در فرایند تولید ادغام کند. (هرریاس و همکاران^۵) اثر فنی به این معناست که FDI فناوری پیشرفته‌ای را به همراه دارد که باعث افزایش بهره‌وری انرژی می‌شود. اثر مقیاس نیز مثبت است، زیرا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با توسعه

۱. اسلام (۲۰۰۳) و شهبازی و حمیدی رزی ۱۳۹۳

2. Herrerias, (2013)

3. Grossman and Krueger (1991)

4. Scale Effect, Composition Effect and Technique Effect

5. Herrerias et al. (2016)

فناوری پیشرفته، تجربه‌های مدیریتی، نیروی کار ماهر و غیره موجب رشد و توسعه اقتصادی می‌شود که بر تقاضای انرژی اثر مثبت دارد. فرضی که اینجا وجود دارد این است که افزایش مصرف انرژی بیشتر از افزایش در محصول خواهد بود. با این حال، اگر افزایش در محصول بزرگ‌تر از افزایش مصرف انرژی باشد، این اثر می‌تواند منفی باشد. اثر ترکیبی بسته به اینکه اقتصاد در بخش‌هایی با شدت انرژی پایین یا بالا فعالیت می‌کند، می‌تواند مثبت یا منفی باشد.^۱ در واقع هر کشوری گذر از سه مرحله را تجربه می‌کند، در مرحله اولیه ساختار اقتصادی کشور مبتنی بر کشاورزی است، در مرحله دوم ساختار اقتصادی مبتنی بر صنعت است و در مرحله سوم اقتصاد کشور مبتنی بر خدمات است. در مراحل اول و سوم شدت انرژی کمتر از مرحله دوم است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند کشورها را از مرحله‌ای به مرحله دیگری ببرد. همچنین تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در ساختارهای اقتصادی متفاوت است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با توجه به حجم و ماهیتی که برای کشور میزبان دارد می‌تواند منجر به پیشرفت تکنولوژی کشور میزبان شود و کارایی انرژی را افزایش دهد و به تبع آن شدت انرژی را کاهش دهد و یا در کشورهای در حال توسعه موجب تغییر ساختار اقتصاد از مرحله کشاورزی (اولیه) به صنعت (ثانویه) گردد و موجب افزایش شدت انرژی گردد.^۲ تغییر ساختار اقتصادی می‌تواند موجب خلق صنایعی شود که پیش از این وجود نداشته‌اند و در نتیجه میزان مصرف انرژی تغییر کند. لذا تفاوت در تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در بین کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت را می‌توان مربوط به ساختار اقتصادی این کشورها دانست.

به طور کلی براساس مبانی نظری موجود تأثیر FDI بر شدت انرژی را این گونه می‌توان تفسیر کرد که، هرچه سطح تکنولوژی با بهره‌وری کل بالا باشد، برای تولید مقدار معین تولید (مثلاً یک واحد) نیاز به نهاده تولیدی (از جمله نهاده انرژی) کمتری است و همچنین پیشرفت تکنولوژی امکان افزایش کارایی انرژی در وسایل انرژی بر، الگوهای حمل‌ونقل بهتر و بهره‌گیری از ظرفیت‌های ترانزیت انبوه را تسهیل کرده است که در نتیجه آن شدت انرژی کل کشور کاهش می‌یابد.^۳ لذا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از بعد تکنولوژی بر شدت انرژی تأثیرگذار است. FDI به طور غیر مستقیم می‌تواند بهره‌وری کشور میزبان را

۱. موسویان و همکاران، (۱۳۹۷)

2. Elliot, Sun and Chen (2013)

3. Jamshidi, (2008)

از طریق تنوع تکنولوژی در کشورهای داخلی بالا ببرد که در قالب اثرات سرریز نمایان می‌شود. شایان ذکر است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تنها عامل مؤثر بر همگرایی شدت انرژی نیست. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، در کنار عوامل دیگری از قبیل نرخ شهرنشینی، قیمت انرژی، صادرات و واردات، مخارج دولت، اقتصاد دانش‌بنیان، بر همگرایی شدت انرژی تأثیرگذار است.

۲-۲. مروری بر مطالعات تجربی

۲-۲-۱. مطالعات داخلی

از مطالعات تجربی داخلی در زمینه اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌توان به مطالعات، داودی و شاهمرادی (۱۳۸۳)، نجارزاده و ملکی (۱۳۸۴)، مطیعی (۱۳۹۰)، شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۱)، مرزبان و نجاتی (۱۳۹۱)، رفسنجانی‌پور و اصغری (۱۳۹۲)، نجاتی (۱۳۹۶)، شاه‌آبادی و شاهوردی (۱۳۹۷)، اشاره کرد و از مطالعات انجام شده در زمینه اثرات متغیرهای اقتصادی بر شدت انرژی می‌توان به مطالعات، سیف (۱۳۸۷)، بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، شاه‌بیگی و محمودزاده (۱۳۹۰)، جهانگرد و تجلی (۱۳۹۰)، موسوی حقیقی و رجبی (۱۳۹۲)، رفیعی و همکاران (۱۳۹۳)، شهبازی و حمیدی رزی (۱۳۹۳)، فرج‌زاده (۱۳۹۴)، سیف و حمیدی رزی (۱۳۹۵)، درگاهی و بیابانی خامنه (۱۳۹۵)، دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از روش تجزیه و $ARDL$ ^۱، به بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در ایران در دوره زمانی ۱۳۴۷-۱۳۸۵ پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که افزایش شدت انرژی در کشور، در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری در بهره‌گیری از انرژی بوده است. همچنین، براساس نتایج به دست آمده، یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار بر شدت انرژی، قیمت آن است. به طوری که حساسیت شدت انرژی به قیمت آن بسیار زیاد است.

سیف و حمیدی رزی (۱۳۹۵)، به بررسی عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور و برآورد کشش فضایی شدت مصرف انرژی طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲ پرداخته‌اند. مدل تحقیق در چارچوب داده‌های پانلی و تخمین زن شبه حداکثر راست‌نمایی (QMLE) برآورد شده است. براساس نتایج، کشش خود رگرسیونی فضایی شدت مصرف

1. Autoregressive Distributed Lag

انرژی در استان‌های کشور ۵۵ درصد است. در این پژوهش پیشنهاد شده است که برای کاهش شدت انرژی در استان‌های کشور، باید منطقه‌ای عمل نمود. ادیبیان (۱۳۹۴) به بررسی عوامل گوناگون مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درآمد سرانه، بر شدت مصرف انرژی پرداخته و بدین منظور از داده‌های تابلویی برای ۱۱ کشور صادرکننده نفت و نیز ۲۵ کشور واردکننده نفت طی دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ استفاده نموده است. نتایج در قالب دو پانل جداگانه برای هر دسته از کشورهای ارائه شده است که حاکی از تأثیر معنی‌دار و مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی برای کشورهای صادرکننده نفت دارد. این ارتباط برای کشورهای واردکننده نفت بی‌معنی تشخیص داده شده است. ارتباط بین درآمد سرانه و شدت انرژی هر دو دسته کشور مشابه و U شکل بوده است.

موسویان و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران به ویژه اثر متغیرهای مخارج عمرانی دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در این صنایع به تفکیک استان و کنترل اثرات سرریز فضایی بین آن‌ها با استفاده از داده‌های تابلویی ۲۸ استان کشور طی دوره ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ پرداختند. به مطابق نتایج، قیمت انرژی، سهم مالکیت خصوصی و مخارج عمرانی دولت اثر منفی بر شدت انرژی داشته‌اند در حالی که متغیرهای نسبت صادرات به ارزش افزوده و نسبت سرمایه به نیروی کار دارای اثر مثبت بر شدت انرژی بوده‌اند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز اثر معناداری بر روی شدت انرژی نداشته است. این نتایج لزوم توجه بیشتر به اتخاذ فناوری‌های بالاتر تولید در سرمایه‌گذاری‌ها و تأثیر دولت در تغییرات شدت انرژی را بیان می‌کنند ضمن اینکه امکان استفاده از سیاست‌های مرتبط با غنی‌سازی همسایه در جهت افزایش بهره‌وری انرژی را نیز متصور می‌سازد.

ممی‌پور و همکاران (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر شکست ساختاری بر اثرگذاری عوامل مؤثر بر شدت انرژی در ایران طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۴۹ پرداختند. در این پژوهش برای برآورد ضرایب مدل، از روش هم‌جمعی حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح‌شده استفاده گردید و مشخص شد که قیمت انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اثر منفی و سهم ارزش افزوده صنعت، اثر مثبت و معنی‌داری بر شدت انرژی دارند. سپس شکست ساختاری به وسیله متغیر مجازی وارد مدل شد و مشخص گردید شکست ساختاری سال ۱۳۶۶، اثرگذاری قیمت انرژی و سهم ارزش افزوده صنعت را کاهش داده است که نشان از

کاهش کششی قیمت شدت انرژی و افزایش بهره‌وری بخش صنعت پس از شکست ساختاری دارد، ولی شکست مذکور، تأثیر معنی‌داری بر اثرگذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی نداشته است.

۲-۲-۲. مطالعات خارجی

هرریاس و همکاران^۱ (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای به بررسی این مطلب پرداخته‌اند که آیا باز بودن اقتصاد و مالکیت سرمایه‌گذاری، نقش کلیدی در گسترش تکنولوژی برای کاهش مصرف انرژی در مناطق چین داشته است؟ نتایج نشان داده است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و خصوصی نقش اصلی را در کاهش شدت انرژی در استان‌های چین داشته است، که اصلاحات در رابطه با باز بودن اقتصاد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و متمرکز شدن به واردات تکنولوژی، باعث بهبود بهره‌وری انرژی در چین است.

جیانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۴)، در مقاله‌ای با رویکرد پنل فضایی در بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۳ محرک‌های شدت مصرف انرژی ۲۹ ایالت از این کشور را از مدل خطای فضایی و دورین تخمین زده و متوجه یک رابطه U معکوس بین شدت مصرف انرژی و درآمد (منحنی زیست‌محیطی کوزنتس) شدند. نتایج نشان می‌دهد که توزیع بخش ثانویه در ایالت و ایالت‌های اطراف باعث افزایش شدت مصرف انرژی و کاهش نسبت سرمایه به کار می‌شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر فضایی منفی قابل توجهی روی شدت مصرف انرژی دارد.

آدوم^۳ (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به ارزیابی عوامل مختلف برای کاهش شدت انرژی در آفریقای جنوبی برای دوره ۲۰۱۱-۱۹۷۰ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان داده است که تغییرات در ساختار تجارت به سوی واردات بیشتر باعث کاهش شدت انرژی می‌شود. به این معنی است که واردات باعث افزایش انتقال آسان فناوری شده است که باعث افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش شدت انرژی شده است. همچنین این مطالعه نشان داده است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با در نظر گرفتن ویژگی‌های ساختار صنعت و انتقال فناوری، شدت انرژی را کاهش دهد.

1. Herreias et al.

2. Jiang et al.

3. Adom

لی، جیانگ و بوی^۱ (۲۰۱۸)، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل OLS، رابطه میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و همگرایی شدت انرژی را در ۱۳ شرکت در سطح استان جیانگسو، بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که مناطقی که ظرفیت جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتری دارند، معمولاً شدت انرژی آن‌ها نیز کمتر است.

گانگ و همکاران^۲ (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر کارایی انرژی منطقه‌ای بررسی کرده‌اند. در این مطالعه از داده‌های پنل ۳۰ استان کشور چین در طول سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۴ و تکنیک اقتصادسنجی فضایی استفاده شده است. نتایج تجربی نشان داده است که در صورت وجود وابستگی فضایی میان داده‌ها، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث ترویج همگرایی شدت انرژی می‌شود. علاوه بر آن، نتایج این پژوهش مشخص کرده است که هدایت سرمایه‌گذاری خارجی در استان‌های مختلف چین، به کاهش تفاوت‌های بهره‌وری انرژی کمک می‌کند.

همان‌طور که در پیشینه پژوهش اشاره شده، به دلیل اهمیت مسئله شدت انرژی مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است. نرخ شهرنشینی، قیمت انرژی، صادرات و واردات، مخارج دولت، اقتصاد دانش‌بنیان و غیره از جمله متغیرهایی هستند که تأثیر آن‌ها بر شدت انرژی بررسی شده است. جامعه آماری غالب مطالعات انجام شده، صنایع و بخش‌های اقتصادی یک یا چند کشور یا در سطح بین‌کشوری (مانند کشورهای عضو اوپک، خاورمیانه، کشورهای OECD و دیگران) و یا در سطح کشور ایران می‌باشد. برای تخمین و دستیابی به نتایج از روش‌های اقتصادسنجی مانند ARDL، SVAR، OLS و ... که هر کدام معایب و مزایایی دارند استفاده شده است.

آنچه تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است، بررسی تأثیر متغیر همگرایی شدت انرژی بر روی شدت انرژی است. علاوه بر آن در این مطالعات از بعضی از مدل‌های اقتصادسنجی مانند ARDL، SVAR و روش‌های برآورد مانند OLS، استفاده شده است که عامل وابستگی مکان را لحاظ نمی‌کنند و ممکن است نتایج قابل‌اعتمادی ارائه ندهند. با توجه به نقش مهم بخش‌ها و مناطق اقتصادی بر یکدیگر منطقی است برای دستیابی به نتایج صحیح و قابل‌اعتماد از تکنیکی استفاده شود که وابستگی‌های مکانی را شامل شود. به همین منظور در این پژوهش از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده شده است که در سایر

1. Li, Jiang and Bu

2. Gang et al.

پژوهش‌ها مورد توجه کمتری قرار گرفته است. به دلیل اهمیت جذب سرمایه‌گذار خارجی و آثار مثبت اقتصادی آن و همچنین با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای به طور هم‌زمان اثرات سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و همگرایی شدت انرژی را در قالب روش اقتصادسنجی فضایی و به تفکیک استان‌های کشور مورد بررسی قرار نداده است، در این پژوهش به بررسی این موضوع پرداخته شده است.

۳. روش پژوهش

اولین بار در سال ۱۹۹۸ پروفیسور انسلین^۱ چارچوب کاملی از واقعیت‌های اقتصادسنجی فضایی در کتابی به نام «اقتصادسنجی فضایی، روش‌ها و مدل‌ها» ارائه نمود. تکنیک مطرح شده دارای قابلیت و کاربرد بهتری نسبت اقتصادسنجی مرسوم در مطالعات منطقه‌ای و یا به عبارت بهتر اطلاعات و داده‌هایی که مکان و طول و عرض جغرافیایی در آن دخالت دارند مانند بازرگانی، اقتصادی، تجاری است، لذا می‌تواند جایگزین مدل‌ها و روش‌های اقتصادسنجی مرسوم شود.

تفاوت اقتصادسنجی فضایی از اقتصادسنجی مرسوم در توانایی و کاربرد فن اقتصادسنجی در استفاده از داده‌های نمونه‌ای است که دارای جزء مکانی هستند. زمانی که داده‌های نمونه‌ای دارای جزء مکانی هستند دو مسئله رخ می‌دهد:

(۱) وابستگی فضایی^۲ میان مشاهدات وجود خواهد داشت.

(۲) ناهمسانی فضایی^۳ در روابطی که در حال مدل‌سازی آن‌ها هستیم.

اقتصادسنجی مرسوم این دو مسئله را نادیده می‌گیرد، چرا که در صورت توجه به آن‌ها فرض مورد استفاده در اقتصادسنجی مرسوم، یعنی فرض گاوس - مارکف^۴ که خصوصیات مطلوب تخمین زنده‌های حداقل مربعات معمولی است نقض خواهد شد. در قضیه گاوس - مارکف فرض بر این است که متغیرهای توضیحی در نمونه‌گیری‌های تکراری ثابت‌اند، ولی وجود وابستگی فضایی در میان نمونه‌ها این فرض را نقض می‌کند و ناهمسانی فضایی، این فرض گاوس - مارکف که رابطه خطی میان مشاهدات وجود دارد را نقض می‌کند.^۵

1. Anselin
2. Spatial dependence
3. Spatial heterogeneity
4. Gauss- Markov

۵. عسگری و اکبری، (۱۳۸۰)

۴. مدل عمومی اقتصادسنجی فضایی

تصریح عمومی برای داده‌های تابلویی فضایی به صورت زیر است:

$$Y_i = \tau Y_{i,t-1} + \rho WY_{it} + X_{it}\beta + DX_{it}\theta + \gamma_t + v_{it} \quad (1)$$

$$u_{it} \approx N(0, \sigma^2 I_n), v_{it} = \lambda E v_{it} + u_{it}$$

که در آن i و t به ترتیب نشان‌دهنده مقطع و زمان، Y یک بردار $n \times 1$ از متغیر وابسته و X بیانگر یک ماتریس $n \times k$ از متغیرهای توضیحی و W ماتریس وزنی فضایی متغیر وابسته در ابعاد $n \times n$ است. D ماتریس وزنی فضایی متغیر توضیحی (مستقل) و E ، ماتریس وزنی جملات اخلاص است. α_i اثر ثابت یا تصادفی و γ_t اثر زمان است. بسته به اینکه متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی یا جمله خطا وابستگی فضایی داشته باشند، مدل‌های فضایی متفاوتی مطرح می‌شوند. مدل خود رگرسیون فضایی (SAR)^۱، مدل دوربین فضایی (SDM)^۲، مدل خطای فضایی (SEM)^۳ و مدل خودهمبسته فضایی (SAC)^۴ از جمله مدل‌های فضایی هستند.^۵

۵. تصریح مدل پژوهش و معرفی متغیرها

هدف اصلی این پژوهش تجزیه و تحلیل نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و اثرات سرریز آن بر همگرایی شدت انرژی است. مطابق مبانی نظری مطرح شده در قسمت قبل و متغیرهای پژوهش، تصریح عمومی مدل فضایی با در نظر گرفتن ماتریس مکان به صورت زیر است:

$$EI_{i,t} = \alpha + \rho WEI_{i,t} + \beta \ln(FDI_{i,t}) + \theta W \ln(FDI_{i,t}) + \mu_i + \gamma_t + v_{it} \quad (2)$$

در معادله فوق، متغیر EI نشان‌دهنده شدت انرژی، متغیر FDI بیانگر میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اندیس i نشان‌دهنده مقاطع یا استان‌ها و اندیس t نیز نشان‌دهنده زمان یا سال‌ها می‌باشد. α عرض از مبدأ، ρ ضریب همبستگی فضایی مدل وقفه فضایی و W ماتریس استاندارد شده فضایی همسایگی بین استان‌های متعدد است که برای استان‌های همسایه ۱ و برای استان‌های غیر همسایه صفر است. گفته شد که EI شدت انرژی را نشان

1. Spatial Autoregressive Model

2. Spatial Durbin Model

3. Spatial Error Model

4. Spatial Autocorrelation Model

5. Elhorest (2010)

می‌دهد. شدت انرژی شاخصی برای تعیین کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور است که از تقسیم مصرف نهایی انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌گردد و نشان می‌دهد که برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات (برحسب واحد پول) چه مقداری انرژی به کار رفته است. عوامل بسیاری مانند ساختار اقتصادی و صنعتی، قیمت حامل‌های انرژی، شیوه‌های حمل‌ونقل، یارانه انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سایر موارد در تعیین شدت انرژی یک کشور مؤثر هستند.^۱ از آنجا که آمار مربوط به شدت انرژی استان‌ها در ترازنامه انرژی ارائه نشده است، از طریق رابطه زیر محاسبه شده است:

$$(۳) \quad \text{مجموع مصرف انرژی استان} \\ \text{تولید ناخالص داخلی استان} = \text{شدت انرژی}$$

جهت محاسبه مجموع مصرف انرژی، ابتدا ارقام مربوط به میزان مصرف فرآورده‌های نفتی (بنزین، نفت سفید، نفت کوره، نفت گاز)، مصرف برق و گاز طبیعی به تفکیک استان‌ها از ترازنامه انرژی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ استخراج شد و سپس با استفاده از ضرایب تبدیل، یکسان‌سازی واحدها به بشکه معادل نفت خام انجام شد. آمار مربوط به تولید ناخالص داخلی استان‌ها (سال پایه ۱۳۹۵) از سایت مرکز آمار ایران استخراج شد و پس از تقسیم این دو عبارت میزان شدت انرژی هر استان محاسبه می‌شود. در این پژوهش شدت انرژی متغیر وابسته است و واحد آن بشکه معادل نفت خام بر میلیون ریال است.

FDI نیز نشان‌دهنده میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است. *UNCTD* سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را عبارت از سرمایه‌گذاری می‌داند که متضمن مناسبات بلندمدت بوده و منعکس‌کننده کنترل و نفع مستمر شخصیت حقیقی یا حقوقی مقیم یک کشور در شرکتی خارج از موطن سرمایه‌گذار باشد. در این پژوهش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی متغیر مستقل است و داده‌های مربوط به آن به تفکیک استان‌ها موجود نیست، بنابراین از داده‌های مربوط به سرمایه‌گذاری خارجی جذب‌شده به تفکیک استان‌ها، مستخرج از آمارهای وزارت اقتصاد و امور دارایی استفاده شده است. داده‌های مربوط به سرمایه‌گذاری خارجی برای دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۴ قابل دسترسی است، لذا امکان استفاده از داده‌های به‌روزتر وجود ندارد و در انتخاب دوره زمانی محدودیت ایجاد کرده است.

جهت بررسی دقیق تر موضوع همگرایی از یک فرایند تکاملی در مدل سازی استفاده شده است. ابتدا همگرایی مطلق شدت انرژی و سپس همگرایی شرطی بتا آزمون می شود. بدین منظور وابستگی فضایی از طریق آزمون های موران، ضریب لاگرانژ بررسی می شود و مطابق نتایج آزمون ها از مدل های وقفه فضایی، خطای فضایی و دوربین فضایی برای نشان دادن تأثیرات فضایی استفاده می شود.

مدل تخمین همگرایی مطلق براساس مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام گرفته توسط گانگ و همکاران (۲۰۱۸) در قالب مدل وقفه فضایی، خطای فضایی و دوربین فضایی تصریح می شود که معادلات آن به ترتیب روابط (۴)، (۵) و (۶) به صورت زیر است:

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}} \right) = \alpha + \beta \ln(EI_{i,t}) + \frac{\rho}{T} W \ln \left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}} \right) + \varepsilon_{i,t} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}} \right) = \alpha + \beta \ln(EI_{i,t}) + (1 - \lambda W)^{-1} \varepsilon_{i,t} \quad (۵)$$

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}} \right) = \alpha + \frac{\rho}{T} W \ln \left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}} \right) + \beta \ln(EI_{i,t}) \quad (۶)$$

در معادلات (۴) تا (۶)، EI شدت انرژی هر استان برای سال های متعدد است. W ماتریس استاندارد شده فضایی همسایگی بین استان های متعدد است که برای استان های همسایه برابر با یک و برای استان های غیر همسایه برابر با صفر است. β ضریب شدت انرژی، α عرض از مبدأ، ρ ضریب همبستگی فضایی مدل وقفه فضایی، λ ضریب همبستگی فضایی مدل خطای فضایی است و نشان می دهد در صورت وابستگی فضایی اجزای اخلاص، یک شوک خارجی در یک منطقه به تغییرات متوسط در متغیر وابسته مناطق مجاور (همسایه) منجر می شود. δ ضریب همبستگی فضایی مدل دوربین فضایی است و نشان می دهد متغیر وابسته یک منطقه از میانگین وزنی متغیرهای توضیحی سایر مناطق چگونه تأثیر می پذیرد.

برای بررسی همگرایی شرطی بتا متغیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی به عنوان متغیر کنترل به مدل اضافه می شود و پس از انجام آزمون های تشخیص وابستگی فضایی و متناسب با نتایج آن از سه مدل وقفه فضایی، دوربین فضایی و خطای فضایی استفاده می شود که معادلات آن به ترتیب روابط (۷)، (۸) و (۹)، به صورت زیر است:

$$\ln\left(\frac{EI_{i,t+1}}{EI_{i,t}}\right) = \mu_i + \eta_t + \beta \ln(EI_{i,t}) + \gamma \ln(FDI_{i,t})_{i,t} \quad (7)$$

$$+ \rho W \ln\left(\frac{EI_{i,t+T}}{EI_{i,t}}\right) + \varepsilon$$

$$\ln\left(\frac{EI_{i,t+1}}{EI_{i,t}}\right) = \mu_i + \eta_t + \beta \ln(EI_{i,t}) + \gamma \ln(FDI_{i,t}) + (1 - \lambda W)\varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

$$\ln\left(\frac{EI_{i,t+1}}{EI_{i,t}}\right) = \mu_i + \eta_t + \rho W \ln\left(\frac{EI_{i,t+1}}{EI_{i,t+1}}\right) + \beta \ln(EI_{i,t}) \quad (9)$$

$$+ \gamma \ln(FDI_{i,t}) + \sigma_1 W \ln(EI_{i,t}) + \sigma_2 W \ln(FDI_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$$

۶. یافته‌های تجربی

قبل از برآورد مدل‌ها، یادآوری این نکته ضروری است که این پژوهش، با بهره‌گیری از داده‌های پانلی ۳۰ استان در ۶ سال، صورت گرفته است، لذا تعداد ۱۸۰ مشاهده مورد استفاده قرار گرفته است. به همین دلیل، به خاطر کافی بودن تعداد مشاهدات، نتایج مدل‌های برآورد شده، قابل اعتماد است. ناچیز بودن ارقام سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ایران، موجب غیر قابل اعتماد بودن نتایج مدل‌های برآورد شده نیست زیرا عاملی که باعث غیر قابل اعتماد بودن نتایج مدل‌های برآورد شده می‌شود، ناچیز بودن مقادیر متغیرها نیست بلکه کم بودن تعداد مشاهدات است.

در این پژوهش، ابتدا ماتریس مجاورت یا همسایگی برای ۳۰ استان مورد بررسی^۱ تشکیل گردید. بدین ترتیب برای استان‌های همسایه یا مجاور مقدار یک و برای استان‌های غیر مجاور مقدار صفر در نظر گرفته شده است، بنابراین، ماتریس مجاورت برای پژوهش حاضر، یک ماتریس متقارن ۳۰×۳۰ با عناصر روی قطر اصلی صفر و عناصر خارج از قطر اصلی صفر و یک می‌باشد. در مرحله بعد به منظور تعریف ماتریس وزنی فضایی، از ماتریس مجاورت استاندارد شده مرتبه اول استفاده شده است. در این ماتریس، استانداردسازی بر مبنای مجموع هریک از سطرها یا ماتریس مجاورت صورت

۱. به دلیل ناچیز بودن ارقام مربوط به بعضی از متغیرها برای استان البرز و فقدان آمار بعضی از متغیرها در برخی از سال‌ها برای این استان، آمار استان‌های تهران و البرز در هم ادغام شدند.

گرفته است سپس وابستگی فضایی را آزمون می‌کنیم. بدین منظور ابتدا می‌بایست وابستگی فضایی جملات اخلاص با استفاده از آماره موران مورد تأیید قرار بگیرد. پس از تأیید وابستگی از آزمون ضریب لاگرانژ^۱ برای انتخاب میان مدل وقفه فضایی و خطای فضایی و از آزمون robust LM^۲ که وقفه فضایی متغیر وابسته را در حضور موضعی خودهمبستگی خطای فضایی و خودهمبستگی فضایی را در حضور موضعی وقفه فضایی متغیر وابسته آزمون می‌کند.^۳ در انتها همگرایی مطلق و همگرایی شرطی با ورود متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم به مدل بررسی می‌شوند. در این پژوهش به منظور تخمین داده‌ها از نرم‌افزار R استفاده شده است.

۶-۱. همگرایی مطلق

۶-۱-۱. آزمون موران

در جدول (۲) نتایج حاصل از آزمون موران برای متغیر شدت انرژی و پسماند رگرسیون مدل مرسوم نشان داده شده است:

جدول (۲): آزمون موران

مقدار احتمال	آماره موران	
۰/۰۱	۲/۳۲	متغیر شدت انرژی
۰/۰۳	۲/۱۴	پسماند مدل رگرسیون متعارف

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج نشان می‌دهد که مقدار آماره موران برای متغیر شدت انرژی برابر با ۲/۳۲ و مقدار احتمال ۰/۰۱ است، در نتیجه فرضیه صفر آماره موران مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی فضایی در سطح خطای ۵ درصد رد شده است و بنابراین خودهمبستگی فضایی در بین جملات اخلاص وجود دارد. این مورد برای پسماند رگرسیون متعارف نیز قابل تأیید است. همچنین مقدار مثبت این آماره نشان‌دهنده همبستگی مثبت فضایی است، بنابراین می‌توان گفت شدت انرژی در استان‌های کشور دارای اثر همسایگی است و شدت انرژی یک استان تنها ناشی از موقعیت و ویژگی استان مورد نظر نیست بلکه از سایر استان‌ها نیز تأثیر

1. Lagrange Multiplier (LM) Test
2. Robust Lagrange Multiplier

۳. (Anselin) (1996)، شکیبایی و همکاران (۱۳۹۴)

می‌پذیرد. در واقع با وجود همبستگی فضایی نمی‌توان یک منطقه را مستقل از منطقه دیگر دانست و با کاهش (افزایش) شدت انرژی یک استان، استان مجاور هم تأثیر می‌پذیرد و شدت انرژی آن کاهش (افزایش) می‌یابد.

۲-۱-۶. آزمون ضریب لاگرانژ (LM, Robust LM)

با توجه به اهمیت نوع وابستگی فضایی در مدل کاربردی برای برآورد مدل اقتصادسنجی مطلوب، بایستی برآورد مدل براساس معناداری اثر وقفه فضایی و خطای فضایی صورت گیرد. به همین دلیل از ضریب لاگرانژ برای تعیین وابستگی فضایی برحسب وقفه فضایی، خطای فضایی یا دوربین فضایی (ترکیبی) استفاده می‌شود. در جدول (۳) نتایج مربوط به آزمون ضریب لاگرانژ نشان داده شده است:

جدول (۳): آزمون‌های ضرایب لاگرانژ

RLM lag	LM lag	RLM error	LM error	
۷/۵۸	۳/۹۷	۷/۸۳	۵/۰۷	مقدار آماره
۰/۰۰۵۹	۰/۰۴۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۴	ارزش احتمال

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مثبتی بر عدم وابستگی فضایی در مشاهدات در دو حالت LM Lag و RLM lag رد شده است. همچنین فرضیه صفر مثبتی بر عدم وابستگی فضایی در جزء خطا در هر دو حالت LM error و RLM error نیز رد شده است، بنابراین می‌توان از سه مدل وقفه فضایی، خطای فضایی و دوربین فضایی برای اثبات همگرایی مطلق بتا استفاده نمود.

۳-۱-۶. بررسی همگرایی مطلق بتا

اثبات شد که همگرایی مطلق شدت انرژی براساس سه معادله وقفه فضایی، خطای فضایی و دوربین فضایی برآورد و تعیین می‌شود. طبق مبانی نظری موجود در زمینه همگرایی مطلق ضریب β در معادلات (۴) تا (۶) نشان‌دهنده همگرایی مطلق است. اگر مقدار β منفی باشد وجود همگرایی مطلق تأیید می‌شود. نتایج حاصل از برآورد معادلات ذکر شده در جدول (۴) نشان داده شده است:

جدول (۴): برآورد همگرایی مطلق با مدل‌های فضایی

مدل ترکیبی	مدل خطای فضایی	مدل وقفه فضایی	ضرایب
۰/۳۵۳ (۰/۰۰)	۰/۲۳۴ (۰/۰۰)	۰/۲۴۸ (۰/۰۰)	α
-۰/۰۳۹ (۰/۰۱۶)	-۰/۰۵۷ (۰/۰۰)	-۰/۰۵۶ (۰/۰۰)	β
۰/۵۵ (۰/۰۰۱)		۰/۴۵ (۰/۰۲)	ρ
	۰/۶۵ (۰/۰۰)		λ
-۰/۰۵۹ (۰/۰۵۲)			δ

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج به دست آمده در جدول (۴)، در تمام مدل‌های برآورد شده، ضریب بتا (β) منفی و از نظر آماری معنادار است، بنابراین ضریب منفی به این معنا است که بالا بودن شدت انرژی در دوره پایه باعث کاهش نسبی بالاتر در نسبت شدت انرژی در دوره آتی نسبت به دوره پایه می‌شود. به عبارتی دیگر همگرایی مطلق به این معناست که سرعت کاهش شدت انرژی در استان‌های با شدت انرژی کمتر است، در واقع تفاوت شدت انرژی بین استان‌ها در طول زمان کاهش یافته و در نهایت به سطح تعادل خواهد رسید. به طور کلی نوعی همگرایی شدت انرژی بین استان‌های کشور وجود دارد و تمام آن‌ها به سمت نقطه تعادل گرایش دارند.

مدل وقفه فضایی نشان‌دهنده این است که سطح متغیر شدت انرژی به سطح آن در مناطق همسایه بستگی دارد، به عبارت دیگر نشان‌دهنده تأثیرگذاری فضایی مناطق بر هم است. ضریب وقفه فضایی نسبت شدت انرژی مثبت و در سطح خطای ۵ درصد معنادار است. مثبت بودن اثرات وقفه فضایی به این معناست که نوعی اثرات سرریز مثبت بین استان‌ها وجود دارد، به این معنا که سرعت کاهش شدت انرژی در یک استان خاص، سرعت کاهش شدت انرژی در استان‌های همسایه را تحت تأثیر قرار خواهد داد و کاهش شدت انرژی در استان‌های همسایه باعث کاهش شدت انرژی در استان خاص می‌شود. در واقع نتایج نشان می‌دهند که تغییرات نسبت شدت انرژی در استان‌ها هم‌جهت بوده و تنها سرعت همگرایی آن‌ها به سمت تعادل متفاوت است.

در مدل دورین فضایی، علاوه بر اینکه اثرات سرریز نسبت شدت انرژی یا به عبارتی اثرات سرریز سرعت همگرایی بررسی شده است که علامت آن مثبت و از نظر آماری معنادار است، اثر سرریز شدت انرژی در دوره اولیه بر سرعت همگرایی شدت انرژی نیز بررسی شده است. شواهد نشان می‌دهد که اثرات سرریز شدت انرژی اولیه در استان‌های همسایه بر سرعت همگرایی استان خاص منفی و برابر با $0/059$ و از نظر آماری در سطح خطای 10 درصد معنادار است. بنابراین بالا بودن شدت انرژی اولیه در استان‌های همسایه باعث کاهش بیشتر در شدت انرژی استان خاص می‌شود، به این صورت که با افزایش یک درصد در شدت انرژی استان‌های همسایه، نسبت شدت انرژی دوره آتی به شدت انرژی اولیه به اندازه $0/059$ درصد کاهش می‌یابد. تکنولوژی تولیدی از جمله مهم‌ترین عاملی است که می‌تواند بر اثرات سرریز شدت انرژی در بین استان‌ها تأثیرگذار باشد. به این صورت که هرچه رشد تکنولوژی نوین تولیدی با سرعت بیشتری بهبود یابد و به راحتی به سایر استان‌ها انتقال یابد، اثرات سرریز به‌طور بیشتری نمود می‌یابد.

۲-۶. همگرایی شرطی بتا

آنچه در عمل مشاهده می‌شود این است که استان‌ها تا حدودی به لحاظ پارامترهای منطقه‌ای متفاوت هستند، پس همگرایی مطلق کفایت نمی‌کند و باید به بررسی همگرایی شرطی پردازیم. برای بررسی همگرایی شرطی از متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در این مطالعه استفاده شده است، به این صورت که همگرایی شرطی بتا (β) با در نظر گرفتن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر سرعت تغییرات شدت انرژی در استان‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای بررسی همگرایی شرطی مانند همگرایی مطلق ابتدا آماره موران و ضریب لاگرانژ را بررسی می‌شود.

۱-۲-۶. آزمون موران

جدول (۵): آزمون موران برای بررسی همگرایی شرطی

مقدار احتمال (value.p)	مقدار آماره موران	
0/00	9/86	شدت انرژی
0/00	9/78	پسماند رگسیون متعارف

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از آماره موران در جدول (۵) نشان می‌دهد که نوعی اثرات سرریز بین شدت انرژی استان‌ها وجود دارد و همچنین این نتایج در پسماندهای رگرسیون مرسوم نیز تأیید شده است، لذا در حالتی که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر سرعت همگرایی شدت انرژی استان‌های ایران در نظر گرفته می‌شود، ضرورت به کارگیری اقتصادسنجی فضایی برای بررسی همگرایی شرطی نیز مطرح است.

۲-۲-۶. آزمون ضریب لاگرانژ

جدول (۶): آزمون‌های ضرایب لاگرانژ

RLM lag	LM lag	RLM error	LM error	
۶/۸۱	۱۲۴/۰۱	۲/۲۴	۱۲۳/۳۴	مقدار آماره
(۰/۰۰۹)	۰/۰۰	(۰/۱۳۳)	۰/۰۰	ارزش احتمال

منبع: یافته‌های تحقیق

بررسی ضرایب لاگرانژ برای نوع همبستگی فضایی در جدول (۶) نشان می‌دهد که مدل اقتصادسنجی فضایی تنها براساس وقفه فضایی قابلیت مدل‌سازی دارد و نمی‌توان از مدل خطای فضایی استفاده نمود. بر همین اساس برای بررسی همگرایی شرطی، تنها از دو مدل وقفه فضایی و دوربین فضایی استفاده می‌شود.

۲-۲-۳. بررسی همگرایی شرطی

با توجه به اینکه شرایط اقتصادی تمام مناطق با یکدیگر دارای تفاوت‌های عمیقی است، لذا دستیابی به تعادل همه‌جانبه که تمام مناطق در آن نقطه به تعادل برسند، دور از انتظار است. بنابراین هر منطقه بسته به میزان فاصله از نقطه تعادلی خود، دارای نرخ همگرایی متفاوتی خواهند بود که این مورد در ادبیات اقتصادی با عنوان فرضیه همگرایی شرطی شناخته شده است. در واقع در فرضیه همگرایی شرطی، عوامل متعدد به مدل اضافه می‌شوند که در این مطالعه از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی استان‌ها استفاده شده است. در معادلات (۷) و (۸)، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جذب شده در هر استان است. با توجه به اینکه در همگرایی شرطی نسبت شدت انرژی براساس دو دوره متوالی محاسبه شده است، لذا ساختار داده‌های مورد بررسی به صورت ترکیبی از زمان و مقطع یا به عبارتی به صورت داده‌های پانل است. داده‌های مورد استفاده شامل استان‌های مختلف برای دوره زمانی ۱۳۸۹

تا ۱۳۹۴ است. از آنجا که دوره زمانی داده‌های تحقیق محدود است و تعداد مقاطع بیش از تعداد سال‌های مورد بررسی است، لذا نیاز به بررسی آزمون مانایی مرتفع می‌شود. نتایج حاصل از برآوردها در جدول (۷) نشان داده شده است:

جدول (۷): برآورد همگرایی شرطی با مدل‌های فضایی

ضرایب	مدل وقفه فضایی	مدل ترکیبی
β	-۰/۰۲۱۲ (۰/۰۰۳)	-۰/۰۲۱۵ (۰/۰۰۳)
γ	-۰/۲۱۱ (۰/۰۰۴)	-۰/۲۰۴ (۰/۰۰۶)
ρ	۰/۳۸۶ (۰/۰۰)	۰/۳۷۴ (۰/۰۰)
δ_1		-۰/۰۸۱ (۰/۷۵۳)
δ_2		-۰/۰۰۶ (۰/۶۴)

منبع: یافته‌های پژوهش

اندازه ضریب همگرایی نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد در شدت انرژی دوره اولیه، میزان نسبت شدت انرژی به اندازه ۰/۰۲۱۲ درصد در مدل وقفه فضایی و ۰/۰۲۱۵ درصد در مدل دوربین فضایی کاهش می‌یابد.

شواهد برآورد مدل‌ها نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر منفی و معناداری را بر نسبت شدت انرژی دارد، طوری که با افزایش یک درصد در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان نسبت شدت انرژی در دوره آتی به شدت انرژی در دوره اولیه به اندازه ۰/۲۱۱ درصد در مدل وقفه فضایی و ۰/۲۰۴ درصد در مدل دوربین فضایی کاهش می‌یابد، بنابراین اثر خودی سرمایه‌گذاری بر شدت انرژی استان‌ها به صورت همگرا خواهد بود. در واقع سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با ورود تکنولوژی جدید تولید باعث افزایش کارایی استفاده از نهاده‌های تولید از قبیل انرژی می‌شود و این مورد منجر به همگرایی شدت انرژی در بین استان‌های ایران می‌شود.

اما بررسی اثرات سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر نسبت شدت انرژی در مدل دوربین فضایی منفی و از نظر آماری بی‌معنا است، چون سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشور به صورت بنیادی و ریشه‌ای صورت نگرفته است، اثرات مطلوب آن به صورت

اثرات سرریز نمود نمی‌یابد. در واقع یکی از دلایل برای وجود چنین مسئله‌ای این است که سهم جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بسیار پایین بوده و به همین دلیل به صورت قطبی در مناطق توزیع می‌شوند و تمام مناطق را پوشش نمی‌دهند، اگرچه وجود اثرات سرریز به صورت بالقوه می‌تواند باعث همگرایی شدت انرژی در استان‌ها شود. به طور کلی اثرات سرمایه‌گذاری خارجی بر شدت انرژی در یک استان باعث همگرایی شدت انرژی و اثرات سرریز آن به صورت همگرایی بالقوه نمود می‌یابد.

نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر ضعیف سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی است و مدت زمانی زیادی لازم است تا تأثیرات آن بر همگرایی شدت انرژی اعمال گردد، لذا همگرایی شدت انرژی نمی‌تواند به عنوان یک منبع برای بهبود شدت انرژی و صرفه‌جویی انرژی در استان‌های ایران مطرح باشد. علت این تأثیرگذاری ضعیف، ناچیز بودن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در استان‌های ایران است در نتیجه باید در زمینه افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تلاش‌های جدی صورت گیرد.

۷. نتیجه‌گیری

انرژی یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید در اقتصاد و همچنین یکی از نیازهای اساسی خانوارها برای کسب حداکثر رفاه است. بر همین اساس بررسی روند شدت انرژی به عنوان معیاری از کارایی انرژی و شناخت عوامل مؤثر بر آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش به بررسی تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی در سطح استان‌های ایران پرداخته شد. برای بررسی همگرایی شدت انرژی، از همگرایی مطلق و شرطی بتا استفاده شد. شرط لازم برای استفاده از رگرسیون فضایی در جهت بررسی همگرایی مطلق و شرطی شدت انرژی، رد فرضیه صفر آزمون موران است که در هر دو نوع همگرایی، این فرض رد شد. نتایج آزمون‌های $lag\ RLM, LM\ lag$, $RLM\ error, LM\ error$ نشان داد از سه مدل وقفه فضایی، خطای فضایی و دورین فضایی برای بررسی همگرایی مطلق β می‌توان استفاده کرد. براساس نتایج به دست آمده در تمامی مدل‌های برآورد شده، ضریب β منفی است، یعنی بالا بودن شدت انرژی در دوره پایه، باعث کاهش نسبی بالاتری در نسبت شدت انرژی دوره آتی به دوره پایه می‌شود. اثرات وقفه فضایی مثبت شد. به این معنی که نوعی اثرات سرریز بین استان‌ها وجود دارد که سرعت کاهش شدت انرژی در یک استان خاص، سرعت کاهش شدت انرژی در

استان‌های همسایه را تحت تأثیر قرار خواهد داد و برعکس. در واقع، نتایج نشان می‌دهند که تغییرات نسبت شدت انرژی در استان‌ها هم‌جهت بوده و تنها سرعت همگرایی آن‌ها به سمت تعادل متفاوت است. برای بررسی همگرایی شرطی، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به مدل اضافه شد. نتایج حاصل از آماره موران نشان داد به کارگیری اقتصادسنجی فضایی برای بررسی همگرایی شرطی نیز ضروری است. برای بررسی همگرایی شرطی از دو مدل وقفه فضایی و دوربین فضایی استفاده شد. شواهد برآورد مدل‌ها نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر منفی و معناداری را بر نسبت شدت انرژی دارد. به طوری که با افزایش یک درصد در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان نسبت شدت انرژی در دوره آتی به شدت انرژی در دوره پایه در مدل وقفه فضایی و مدل دوربین فضایی کاهش می‌یابد، بنابراین اثر خود سرمایه‌گذاری بر شدت انرژی استان‌ها به صورت همگرا خواهد بود. در حالت کلی افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در یک استان خاص باعث همگرایی شدت انرژی و اثر سرریز آن به صورت بالقوه باعث همگرایی شدت انرژی در استان‌های کشور می‌شود. به طور کلی نتایج نشان‌دهنده اثر منفی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی است. یعنی افزایش در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سبب کاهش در شدت انرژی می‌شود.

نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دلیل اندک بودن و توزیع نامتوازن آن در سطح کشور نمی‌تواند به عنوان یک منبع برای بهبود شدت انرژی و صرفه‌جویی انرژی در استان‌های ایران مطرح باشد و تأثیر اندکی بر کاهش شدت انرژی دارد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران اقتصادی بسترهای لازم را برای جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطح کشور فراهم سازند و موانع موجود برطرف کنند تا از طریق آن بتوان همگرایی شدت انرژی را بهبود بخشید. از جمله این اقدامات می‌توان به تدوین استراتژی‌های بلندمدت و برنامه‌ریزی صحیح برای اعتمادسازی بیشتر سرمایه‌گذاران و پیش‌بینی‌پذیر کردن آینده اقتصاد، افزایش بهره‌وری نیروی کار، خروج از اقتصاد دستوری، تعیین اولویت‌های جذب سرمایه‌گذاری خارجی، بهبود زیرساخت‌ها و فضای کسب و کار، استفاده از متخصصان و تجارب کشورهای پیشرو در جذب سرمایه‌گذاری و کاهش بروکراسی‌های زائد و پیچیده اداری اشاره کرد. همچنین وفور منابع انرژی در ایران و پایین بودن قیمت این نهاد، ممکن است سبب جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در صنایع انرژی بر شود و به تبع آن شدت انرژی نیز افزایش یابد. بنابراین باید به دنبال اثرگذاری

مطلوب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی بود. بدین منظور، ضمن توجه به افزایش جذب سرمایه‌گذاری خارجی باید به کیفیت، انتقال فناوری و اثرات مثبت اقتصادی این سرمایه‌گذاری‌ها و منحصر نبودن آن‌ها به صنایع انرژی‌بر، توجه بیشتری نمود. همچنین وجود اثرات سرریز فضایی در شدت انرژی، نشان داد که بخشی از تغییرات شدت انرژی در هر استان ناشی از اثر مجاورت و همسایگی استان‌ها است. بدین مفهوم که بخشی از تغییرات شدت انرژی در استان‌ها، به دلیل اثر مجاورت و تأثیرپذیری از استان دیگر است. این امر لزوم توجه به همکاری‌های منطقه‌ای در جهت افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش شدت انرژی را نشان می‌دهد. همچنین سیاست‌گذاران می‌بایست با توجه به موقعیت استان‌های مورد نظر سیاست‌های خود را تدوین کنند و به صورت منطقه‌ای عمل کنند. به عبارت دیگر، یک سیاست واحد برای همه مناطق به نتایج صحیح منجر نمی‌شود و هر منطقه‌ای به سیاست‌گذاری مختص شرایط خود نیازمند است.

۸. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۹. منابع

- بانک داده وزارت اقتصاد و امور دارایی
بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران WWW.CBI.IR
- بهبودی، داود و میهن اصلانی‌نیا، نسیم و سجودی، سکینه (۱۳۸۹)، «تجزیه‌شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران»، *فصلنامه مطالعه اقتصاد انرژی*، شماره ۲۶، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۱۳۰-۱۰۵.
- درگاهی، حسن و بیابانی‌خامنه، کاظم (۱۳۹۵)، «نقش عوامل قیمتی، درآمدی و کارایی در شدت انرژی ایران»، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، دوره ۵۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۳۸۴-۳۵۵.
- سیف، اله مراد و حمیدی رزی، داود (۱۳۹۵)، «عوامل مؤثر بر شاخص شدت انرژی مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی فضایی»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال سیزدهم، شماره ۵۳، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۰۳-۶۱.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل و ولی‌نیا، سید آرش و انصاری، زهرا (۱۳۹۱)، «تأثیر سرریز فناوری ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد بخش صنعت»، *فصلنامه تخصص‌حاتی پارک‌ها و مراکز رشد*، سال ۹، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۱.

- شکیبایی، علیرضا و احمدی‌نژاد، محمدرضا و کمال‌الدینی، زهرا (۱۳۹۴)، «تأثیر شهرنشینی و سرریزهای آن بر توزیع درآمد استان‌های ایران با رهیافت اقتصادسنجی فضایی»، *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، صفحات ۱-۲۶.
- شهبازی، کیومرث و حمیدی رزی، داود (۱۳۹۳)، «همگرایی شدت انرژی بین کشورهای اوپک (یک رویکرد دوجانبه)»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال ۲۲، شماره ۷۱، پاییز ۱۳۹۳، صفحات ۱۹۸-۱۷۳.
- عسگری، علی و اکبری، نعمت‌اله (۱۳۸۰)، «روش‌شناسی اقتصادسنجی فضایی، تئوری و کاربرد»، *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، شماره ۱۲، صفحات ۹۵-۱۱۸.
- معاونت برنامه‌ریزی وزارت نیرو، ترازنامه انرژی (۱۳۹۵-۱۳۸۹).
- ممی‌پور، سیاب و ابراهیمی، محسن و مشهدی علی، میلاد (۱۳۹۸)، «بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر اثر شکست ساختاری در ایران»، *پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، سال ۱۹، شماره ۲، صفحات ۸۷-۱۰۷.
- ممی‌پور، سیاب و عبدی، فهیمه (۱۳۹۶)، «بررسی اثرات سرریز فضایی گردشگری بر رشد اقتصادی استان‌های ایران: در چارچوب تحلیل همگرایی فضایی بتا»، *مجله برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری*، سال ۶، شماره ۲۲، صفحات ۵۴-۷۶.
- موسویان، سید مهدی و کریمی تکانلو، زهرا و صادقی، سید کمال و محسن پورعبادالهیان کوچی (۱۳۹۷)، «بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران: رویکرد اقتصادسنجی فضایی»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال ۷، شماره ۲۸، صفحات ۱۸۴-۱۵۷.
- نجاتی، مهدی (۱۳۹۶)، «بررسی نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در اقتصاد ایران با استفاده از یک مدل تعادل عمومی»، *نشریه علمی - پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی*، سال ۹، شماره ۱۸، صفحات ۶۵-۱۰۰.

References

- Adom, P.K. (2015a), "Determinants of energy intensity in South Africa: Testing for structural effect in parameters", *Energy*, Vol. 89, pp. 334-346.
- Anselin, L. and Bera, A.K and Florax, R. and Yoon, M.J. (1996), "Simple Diagnostic Test for Spatial Dependence", *Reg Sci Urban Econ*, Vol. 26, Issue.1, pp. 77-104.
- Baumol, W. J. (1986), "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long- RUN Data show", *The American Economic Review*, Vol. 76, Issue 5, pp 1072-1085.

- Elhorest, J. P. (2010), "APPLIED Spatial Econometrics: Rasing the Bar", *Spatial Economic Analysis*, Vol. 5, Issue. 1, pp. 9-28.
- Elliott, Robert J.R. Sun, Puygan. Chen, Siyang (2013). " Energy intensity and foreign direct investment: Achinese city-level study", *Energy Economics*, Vol. 40, pp 484-494.
- Gang - Xin, Z and Yuan - feng, Z and Yan - bin, L (2018), "The Spillovers of foreign direct investment and convergence of energy intensity", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 206, pp. 611-621.
- Herrerias, M.J. and Cuadros, A. and Lue, D. (2016), "Foreign versus indigenous innovation and energy intensity, futher research across Chinese regions", *Applied Energy*, Vol. 162, pp. 1374-1384.
- Herrerias, M.J. and, Orts, Vicente (2013), "Capital goods imports and long - run growth: Is the Chinese experience relevant to developing countries?", *Journal of policy Modeling*, Vol. 35, Issue 5, pp. 781-797.
- Islam, N. (2003). "What have we learnt from the convergence debate?", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 17. 3, pp. 309-362.
- Jamshidi, Mohamad M. (2008), "An Analysis of Residential Energy Intensity in Iran, A system dynamics Approach", Sharif University of technology, Faculty of computer Engineering, pp. 1-12.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.408.6037&rep=rep1&type=pdf>
- Jiang, L. and Folmer, H. and Ji, M. (2014), "The Drivers of Energy Intensity in China: A Spatial Panel Data Approach", *China Economic Review*, Vol. 31, pp. 351-360.
- Maoliang, Bu and Shuang, Li and Lei Jiang (2018). "Foreign direct investment and energy intensity, China: Firm level evidence", *Energy Economics*, Vol. 80, pp. 366-376.
- UNCTAD Handbook of Statistic 2018-Economics trends.

Effect of Spillovers of Foreign Direct Investment on Energy Intensity Convergence in Provinces of Iran

Marzieh Rouzbahani | M.A. in Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

Kiomars Sohaili* | Associate Professor of Razi University, Kermanshah, Iran

Shahram Fattahi | Associate Professor of Razi University, Kermanshah, Iran

Abstract

Energy intensity is an important indicator of energy consumption assessment and its reduction is one of the goals of policymakers and planners in countries. Developing effective policies to reduce energy intensity requires a thorough study of the factors that affect it. In this study, the effect of foreign direct investment on energy intensity convergence by Iranian provinces using spatial econometric technique and panel data of 30 provinces of the country from 2010 to 2015 was studied. After confirming the spatial dependence by Moran and Panel (robust) LM and LM tests, the absolute and conditional convergence of " β " has been tested. According to the results, the absolute convergence of energy intensity in the provinces of Iran was confirmed. This means that the rate of decrease in energy intensity in provinces with higher energy intensity is higher than the rate of decrease in energy intensity in provinces with lower energy intensity. To investigate the conditional convergence, the foreign direct investment variable was added to the model. The results indicate a conditional convergence of energy intensity in the provinces of Iran, as well as a decrease in energy intensity with an increase in foreign direct investment. In fact, foreign direct investment with the introduction of new production technology increases the efficiency of the use of production inputs such as energy, and this leads to the convergence of energy intensity among the provinces of Iran. The effects of the spillovers of foreign direct investment on the convergence of negative and meaningless energy intensity can be attributed to the low level of foreign direct investment attraction and its non-distribution at the provincial level. In general, the increase in foreign direct investment in a particular province causes the convergence of energy intensity and its spillovers effect potentially causes the convergence of energy intensity in the provinces of the country.

Keywords: Energy intensity, Foreign Direct Investment, spillovers effect, Spatial econometric Model, Provinces of Iran

JEL Classification: E22, C23, Q43

* ksohaili@razi.ac.ir