

## تأثیر آستانه‌ای افزایش صادرات بر شدت انرژی در کشورهای منتخب عضو اوپک

کیومرث شهبازی\*

سکینه جعفری\*\*

پذیرش: ۹۵/۸/۱

دریافت: ۹۵/۱/۱۸

شدت انرژی / صادرات غیرنفتی / تأثیر آستانه‌ای

### چکیده

این مقاله، تأثیر افزایش صادرات غیرنفتی بر شدت انرژی در منتخبی از کشورهای عضو اوپک را با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین مدل‌های تغییر رژیم، در دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۲ بررسی کرده است. به این منظور، از متغیر صادرات غیرنفتی به‌عنوان متغیر انتقال استفاده شده و نتایج آزمون‌های خطی بودن، به‌وضوح وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همچنین، نبود رابطه غیرخطی باقیمانده، لحاظ کردن یک تابع انتقال با یک پارامتر آستانه‌ای که نشانگر یک مدل دو رژیمی است را توجیه می‌کند. در این مطالعه پارامتر شیب معادل ۲۱/۱۶۸۱ و حد آستانه‌ای ۸/۴۷۱۵ است. صادرات در رژیم اول اثر منفی بر شدت انرژی داشته و با عبور از حد آستانه‌ای و ورود به رژیم دوم از تأثیر منفی آن کاسته می‌شود. بنابراین، افزایش صادرات از شدت انرژی در این کشورها می‌کاهد.

طبقه‌بندی JEL: F14, C59, Q41, Q43.

Email: k.shahbazi@urmia.ac.ir

Email: sakineh.jafari9384@gmail.com

\*. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه ارومیه

\*\* کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه ارومیه

■ کیومرث شهبازی، مسئول مکاتبات.

## مقدمه

انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در اقتصاد جوامع، نقشی زیربنایی دارد. هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد، یکی از مقدمات توسعه اقتصادی فراهم است. اما استفاده نامناسب و غیرکارآمد از آن نیز به پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی و حتی غیراقتصادی ختم می‌شود. بنابراین، توجه به بهبود کارایی انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن - به خصوص در کشورهایی که منابع غنی انرژی دارند - اهمیت زیادی دارد.<sup>۱</sup> با توجه به حساسیت‌های اجتماعی و اقتصادی استفاده بی‌رویه انرژی در سال‌های اخیر، به دلیل آلودگی، افزایش دمای کره زمین و محدودیت منابع تجدیدناپذیر، کشورها در پی یافتن راهکارهای بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی بوده و ترجیح می‌دهند برای به دست آوردن تولید ناخالص داخلی<sup>۲</sup> مشخص، انرژی کم‌تری مصرف کنند و به عبارتی از شدت انرژی<sup>۳</sup> بکاهند. عمده درآمد کشورهای عضو اوپک از محل فروش نفت به دست می‌آید و شدت انرژی در این کشورها به دلیل وفور نفت بالا است. همچنین با گذشت زمان، منابع انرژی‌های فسیلی این کشورها کاهش یافته و اگر این کشورها به سوی کارا تر کردن مصرف انرژی در بخش‌های مختلف نرفته و زیرساخت‌هایشان را اصلاح نکنند، در آینده با مشکلات فراوانی روبه‌رو خواهند شد. از این رو، برای برآورد پیش‌بینی‌های دقیق تقاضای انرژی در آینده و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای و ضرورت مقابله با آن، ارزیابی دقیق ساختار مصرف انرژی و رابطه آن با فعالیت‌های اقتصادی، مهم و ضروری است، زیرا شدت انرژی کاهنده در رفع نگرانی‌های مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای و امنیت انرژی مؤثر است.<sup>۴</sup>

در میان عوامل مؤثر بر شدت انرژی، صادرات با توجه به ترکیباتش نقش متفاوتی ایفا می‌کند؛ برای مثال صادرات گسترده محصولات غیرکارا، شدت انرژی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، صادرکنندگان می‌توانند با استفاده از تکنولوژی‌های صرفه‌جویی‌کننده انرژی هزینه‌های تولیدشان را کاهش داده و رقابت‌پذیریشان را در بازار جهانی افزایش دهند.<sup>۵</sup> با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، علیرغم انجام مطالعات متعدد در زمینه عوامل مؤثر بر شدت

۱. آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲)؛ ص ۱.

2. Gross Domestic Production.

3. Energy Intensity.

۴. شهبازی و حمیدی رزی (۱۳۹۳)؛ ص ۱۷۴.

5. Zheng & et all (2011); p.2691.

انرژی، نقش صادرات در روند تغییرات شدت انرژی به‌خصوص در میان کشورهای عضو اوپک، مورد توجه قرار نگرفته است. از این‌رو برای شناسایی تأثیر صادرات بر شدت انرژی در این کشورها (که نسبتاً نفت وافری دارند)، انجام این مطالعه ضروری است. بنابراین، این تحقیق، از جنبه‌های تازگی موضوع و روش‌شناسی آن نسبت به مطالعات موجود نوآوری دارد. هدف اساسی این مطالعه، بررسی نحوه اثرگذاری افزایش صادرات غیرنفتی بر شدت مصرف انرژی در کشورهای منتخب عضو اوپک با استفاده از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) است. فرضیه اصلی تحقیق این است که بین صادرات و شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک یک رابطه غیرخطی وجود دارد. سؤال اصلی تحقیق این است که افزایش صادرات در کشورهای عضو اوپک بر شدت انرژی این کشورها چه تأثیری دارد و آیا رابطه‌ای غیرخطی میان صادرات و شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک وجود دارد یا خیر؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) استفاده می‌شود که از طریق آن می‌توان رابطه غیرخطی و آستانه‌ای میان متغیرها را با استفاده از متغیر انتقال و مشاهدات متغیر آستانه‌ای به شیوه‌ای پیوسته مدل‌سازی کرد. همچنین با به‌کارگیری مدل PSTR می‌توان ناهمگنی داده‌ها را رفع کرد. زیرا در این مدل‌ها با توجه به مشاهدات متغیر آستانه‌ای و پارامتر تعدیل، ضرایب تخمینی در طول زمان و نیز برای مقاطع مختلف (کشورها) تغییر می‌کنند.

در ادامه مقاله، ابتدا ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق مرور شده، و سپس، بعد از توضیح مراحل تخمین، به معرفی متغیرها و تصریح مدل پرداخته می‌شود. و در پایان، یافته‌های تجربی ارائه شده و نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی ارائه می‌شود.

## ۱. ادبیات موضوع

### ۱-۱. مبانی نظری

شدت انرژی عبارت است از نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی. بنابراین، هرچه شدت انرژی کم‌تر باشد، استفاده از انرژی نیز کاراتر خواهد بود.<sup>۱</sup> مطالعات زیادی<sup>۲</sup> نظیر

1. Li and Lin (2014); P.260.

2. Fisher-Vanden, K. and G.H. Jefferson (2004). Hang, Leiming and Tu, Meizeng (2007). Metcalf (2008). Zheng, Y; Qi, J. and X. Chen (2011). Li and Lin (2014). Jiang, L; H. Flormer and M. Ji (2014). Nababan

فیشر- واندن و جفرسون (۲۰۰۴)، هانگ و تو (۲۰۰۷)، متکالف (۲۰۰۸)، ژنگ و همکاران (۲۰۱۱)، لی و لین (۲۰۱۴)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۴)، نابابان (۲۰۱۵) و یان (۲۰۱۵) عوامل مؤثر بر شدت انرژی را بررسی نموده‌اند. با توجه به این مطالعات، عوامل مؤثر بر شدت انرژی در سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند: متغیرهای اجتماعی-اقتصادی (متغیرهایی نظیر تولید ناخالص داخلی سرانه، صادرات، قیمت انرژی، نسبت قیمت انرژی به سطح عمومی قیمت‌ها، سرمایه‌گذاری، نسبت سرمایه به نیروی کار و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، متغیر تعدیل‌های ساختاری (سهم بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی و تغییرات ذخایر انرژی) و متغیر سیاستی.

صادرات می‌تواند به‌صورت بالقوه کارایی انرژی و شدت انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. از یک طرف، در مواجهه با رقابت در بازارهای جهانی بنگاه‌ها انگیزه دارند از فناوری‌های جدید استفاده کنند، تجهیزات پیشرفته وارد کنند و فناوری‌های صرفه‌جویی‌کننده در انرژی ارائه کنند تا این که رقابت‌پذیری کالاها و خدمات صادراتی خود را بهبود دهند و با موانع تجارت سبز که به‌طور فزاینده‌ای سختگیرانه‌تر شده و به‌صورت افزایش روزافزون استانداردهای فنی در تجارت بین‌الملل مشهود است، مبارزه کنند. از طرف دیگر، صادرات بیش‌تر محصولات دارای شدت انرژی‌بری زیاد و محصولات اولیه می‌تواند منجر به افزایش شدت انرژی شود. بیش‌تر اقتصاددانان معتقدند که تجارت، موتور رشد و توسعه در جوامع امروزی است. تجارت بین‌الملل امکان بهره‌گیری از توانمندی‌های اقتصادی بالقوه را با توجه به مزیت‌های نسبی و قابل خلق به‌وجود می‌آورد و علایم روشنی برای سرمایه‌گذاری در طرح‌های اقتصادی قابل رقابت در عرصه جهانی پدیدار می‌کند. براساس نظریه مزیت مطلق آدام اسمیت کشورها به تولید و صادرات کالاهایی تشویق می‌شوند که در آن مزیت مطلق داشته باشند. پس از آدام اسمیت ریکاردو نظریه مزیت نسبی را مطرح نمود که به نظریه هزینه نسبی نیز معروف است. در این نظریه ریکاردو اثبات کرده است که هر کشوری که در تولید یک کالا یا خدمت مزیت نسبی داشته باشد، اگرچه مزیت مطلق نداشته باشد، موفق خواهد بود و عایدی و سود آن به تمام کشورهایی تعلق می‌گیرد که به این مبادله

(2015). Yan (2015).

1. Zheng & et all (2011), p.2688.

۲. راسخی و سلمانی (۱۳۹۲)؛ ص ۱۱.

می‌پردازند.<sup>۱</sup> نظریه هکشر - اوهلین براساس دو مفهوم «موجودی عوامل» و «شدت عوامل» بنا شده و براساس این نظریه هر کشور کالایی را صادر می‌کند که منابع تولیدش را ارزان‌تر و فراوان‌تر از عوامل تولید دیگر در اختیار داشته باشد و برعکس، کالایی را وارد می‌کند که عوامل تولیدش را به مقدار کم‌تری در اختیار دارد. در ابتدا برای آزمون این نظریه تنها نیروی کار و سرمایه به‌عنوان عوامل تولید در نظر گرفته می‌شد، اما رفته‌رفته نهاده‌های دیگری مانند تکنولوژی، سرمایه انسانی، منابع طبیعی و انرژی نیز به تحلیل‌های تجاری وارد شدند. گرلاک و ماتیس<sup>۲</sup> با تکیه بر نظریه هکشر - اوهلین ابراز کردند که تولید کالاها در محل فراوانی منابع تولید انجام شده و بعد به نقاط دیگر صادر می‌شود. بر همین اساس، آن‌ها با تمرکز بر تأثیر فراوانی منابع انرژی بر تجارت و مکان‌یابی صنایع ۱۴ کشور عضو OECD، دریافتند در کشورهایی با منابع فراوان انرژی، میزان صادرات صنایع انرژی‌بر نسبت به سایر صنایع بیش‌تر بوده و همچنین، صنایع انرژی‌بر در کشورهایی با منابع انرژی، نسبت به سایر کشورها رونق بیش‌تری دارد. افزون بر این، برای رشد صادرات، باید ماشین‌آلات و تجهیزات بارگیری و حمل‌ونقل کالاهای صادراتی به بندر، فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های تخلیه بار فرستاده شوند. ماشین‌آلات و تجهیزات در فرآیند تولید و حمل‌ونقل کالاهای صادراتی، نیازمند انرژی اولیه بوده و هرگونه افزایش در صادرات، بیانگر رشد فعالیت‌های اقتصادی است که این رشد نیز باعث افزایش تقاضای انرژی می‌شود. بنابراین، کالاهای ساخته‌شده صادراتی، نیازمند انرژی برای حمل‌ونقل بوده و بدون انرژی برای حمل‌ونقل، توسعه صادرات تضعیف می‌شود. از این‌رو، به لحاظ تئوری، دلایل متعددی برای تأثیر صادرات بر مصرف انرژی وجود دارد.<sup>۳</sup>

تولید ناخالص داخلی از کانال‌های متعددی بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد. برای مثال افزایش درآمد یا تولید ناخالص داخلی، سبک زندگی خانوارها را به سوی مصرف زیاد انرژی و در نتیجه، افزایش شدت انرژی سوق می‌دهد. همچنین، با افزایش درآمد، خانوارها نسبت به محیط‌زیست و محدودیت‌های منابع آگاه‌تر شده و خود را با تکنولوژی صرفه‌جویی‌کننده در انرژی وفق می‌دهند.<sup>۴</sup> تأثیر تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی، در

۱. شریفی رنانی و همکاران (۱۳۹۲)؛ صص ۶-۱۹۵.

2. Gerlagh & Mathys.

۳. آل‌عمران و همکاران (۱۳۸۹)؛ ص ۸.

4. Song and Zheng (2012), 449.

مراحل مختلف رشد و توسعه اقتصادی متفاوت است. در مراحل اولیه رشد اقتصادی، نرخ رشد مصرف انرژی بیش تر از نرخ رشد اقتصادی است ولی به تدریج این روند معکوس شده و نرخ رشد اقتصادی از نرخ مصرف انرژی بیش تر می شود. به عبارت دیگر، در مراحل اولیه رشد و توسعه اقتصادی، رشد اقتصادی بیش تر متأثر از نهاده های فیزیکی و نهاده انرژی است، در حالی که در مراحل بعدی، سهم عوامل فنی و تکنولوژیکی در روند رشد و توسعه بیش تر می شود. بنابراین، وقتی سطوح درآمد سرانه فزاینده است، شدت انرژی یک اقتصاد منحنی U شکل معکوسی است<sup>۱</sup> که از تغییرات ساختاری و تکنولوژیکی ناشی می شود.<sup>۲</sup> اگرچه کشورهای توسعه یافته که تولید سرانه بالایی دارند، به دلیل استفاده از فناوری های جدید می توانند شدت انرژی خود را کنترل کنند، اما کشورهایی که به ثروت های بادآورده دست می یابند علی رغم بالا بودن سرانه تولید داخلی، به دلیل ضعف ساختارها و گاهی به دلیل استفاده از صنایع انرژی بر، شدت انرژی بالایی دارند.<sup>۳</sup>

قیمت انرژی عامل دیگری است که بر شدت انرژی مؤثر است. اگر عملکرد بازار انرژی مناسب باشد، قیمت بالاتر، شدت انرژی را از طریق استفاده کارا تر از انرژی و تعدیل ساختاری کاهش می دهد<sup>۴</sup> و قیمت انرژی از یک سو مصرف و تقاضای انرژی و از سوی دیگر تولید ناخالص داخلی را تحت تأثیر قرار داده و از این طریق سبب تحولات شدت انرژی می شود. بر اساس نظریه اقتصاد، مصرف انرژی تابع معکوسی از قیمت حامل های انرژی است و قیمت بالای انرژی به کاهش مصرف انرژی منجر می شود. اگر انرژی به عنوان یک نهاده تولید باشد، افزایش قیمت آن سبب افزایش هزینه تولید، افزایش قیمت محصول و در نهایت کاهش درآمد و تولید ناخالص داخلی می شود. اگر شاخص قیمت کل انرژی افزایش یابد، از مصرف آن کاسته می شود، اما اگر قیمت یکی از حامل ها (مانند نفت) افزایش یابد، در این صورت مقداری از اثر افزایش قیمت نفت توسط جانشینی سایر حامل ها جبران می شود. پیندیک<sup>۵</sup> معتقد است اثر قیمت انرژی بر رشد اقتصادی به نقش انرژی در ساختار تولید بستگی دارد. به اعتقاد وی، در صنایعی که انرژی به عنوان نهاده واسطه ای در

1. Jiang & et al. (2014); P.356.

۲. قاسمی و محمدخان پور (۱۳۹۳)؛ ص ۱۷۲.

۳. علی مددی و سجادی (۱۳۸۹)؛ ص ۸

4. Song and Zheng (2012); P.449.

5. Pyndyck.

تولید به کار می‌رود، افزایش قیمت آن (کاهش مصرف انرژی) بر امکانات و میزان تولید اثر گذاشته و تولید ملی را کاهش می‌دهد. چنانچه سرمایه و کار را جانشین انرژی در نظر بگیریم، با افزایش قیمت انرژی، تخصیص عوامل تولید تغییر کرده و در بلندمدت صنایع ساختار خود را تغییر داده و می‌کوشند از نهاده‌های ارزان‌تر استفاده کنند<sup>۱</sup>.

متغیر تعدیل‌های ساختاری نظیر سهم بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی، یکی دیگر از عوامل مؤثر بر شدت انرژی است. با توجه به مطالعات جیانگ و همکاران<sup>۲</sup>، بخش صنعت به‌عنوان یک بخش با شدت انرژی بالا و شدت انرژی بخش خدمات نیز نسبتاً پایین محسوب می‌شود. بنابراین، با افزایش سهم بخش خدمات از فعالیت‌های اقتصادی، انتظار می‌رود شدت انرژی کاهش یابد.

بنابر نظریه طرفداران آزادی جریان سرمایه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث انتقال دانش فنی، توسعه منابع انسانی، اشاعه مهارت‌های مدیریت و گسترش تجارت خارجی، به‌ویژه دستیابی به بازارهای جدید صادراتی شده و بهره‌وری اقتصادی افزایش می‌یابد<sup>۳</sup>. اما براساس فرضیه لنگرگاه آلودگی، کشورهای درحال توسعه به سبب قوانین زیست‌محیطی ضعیف، مزیت نسبی در تولید کالاهای آلاینده دارند. بنابراین، ورود سرمایه‌های خارجی به این کشورها (که بیش‌تر در بخش‌های آلاینده صورت می‌گیرد) باعث افزایش آلودگی می‌شود<sup>۴</sup>. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کانالی کلیدی است که از طریق آن، فناوری پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای درحال توسعه وارد شده و با سرریز تکنولوژی از بنگاه‌های خارجی به بنگاه‌های داخلی، کارایی انرژی بهبود می‌یابد<sup>۵</sup>.

## ۱-۲. پیشینه مطالعات تجربی

مباحث مربوط به شدت انرژی در جوامع و عوامل مؤثر بر آن، مورد توجه پژوهشگران بوده و مطالعاتی در این زمینه انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

سیف<sup>۶</sup>، به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی و تخمین یک تابع پیشنهادی پرداخته و

۱. ملکی (۱۳۸۹)؛ صص ۴-۸۳

2. Jiang & et al (2014); P.352.

۳. فرزین و همکاران (۱۳۹۱)؛ صص ۳۲.

۴. امین‌رشتی و معرفتی (۱۳۹۱)؛ صص ۱۸۵.

5. Yan (2015); P.642.

۶. سیف (۱۳۸۷)؛ صص ۱۷۷.

نشان می‌دهد افزایش سهم ارزش افزوده بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی اقتصاد، تأثیر معنادار و نسبتاً قابل توجهی بر شدت انرژی می‌گذارد و مساحت کشورها نیز اثر مستقیم و معناداری بر شدت انرژی دارد. آل‌عمران و همکاران<sup>۱</sup> در مقاله‌ای به بررسی تأثیر تجارت خارجی بر مصرف انرژی در هشت کشور عضو سازمان آکو در سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۰۹ پرداخته‌اند. نتایج ایشان نشان از تأثیر مثبت و معنادار در آمد و تجارت خارجی بر مصرف انرژی، و نیز تأثیر منفی و معنادار قیمت نفت بر مصرف انرژی دارد. همچنین، صادرات به تنهایی نیز تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی می‌گذارد. بهبودی و همکاران<sup>۲</sup> در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران»، به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در ایران پرداخته و نشان دادند افزایش شدت انرژی در ایران در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری در بهره‌گیری از انرژی بوده است. بر همین اساس، یکی از عوامل بسیار مؤثر بر شدت انرژی، قیمت آن است. علی‌مددی و سجادی<sup>۳</sup> نیز با بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی چنین نتیجه گرفتند که کشورهایی با مساحت زیاد، شدت انرژی بالاتری دارند. همچنین، درجه آزادی اقتصادی و شدت انرژی رابطه معناداری نداشته و با افزایش قیمت حامل‌های انرژی در برخی کشورها، شدت انرژی کاهش می‌یابد، اما در ایران برعکس است. اصغری و رفسنجانی‌پور<sup>۴</sup> در پژوهشی با بررسی تأثیر جریان FDI<sup>۵</sup> بر کیفیت محیط‌زیست (میزان انتشار آلاینده CO<sub>2</sub>) کشورهای منتخب حوزه منا، چنین نتیجه گرفتند که ورود FDI اثر مثبت و معناداری بر انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> داشته و نه تنها باعث ورود تکنولوژی ذخیره انرژی به منطقه نشده است، بلکه به دلیل افزایش مقیاس تولید، مصرف انرژی را نیز افزایش داده است.

منظور و نیاکان<sup>۶</sup> با استفاده از یک مدل پانل آستانه‌ای یکنواخت<sup>۷</sup> در دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۸، به بررسی رابطه بین توسعه اقتصادی و شدت انرژی در کشورهای عضو آکو<sup>۸</sup> پرداخته‌اند.

۱. آل‌عمران و همکاران (۱۳۸۹)؛ ص ۱.

۲. بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)؛ ص ۱۰۸.

۳. علی‌مددی و سجادی (۱۳۸۹)؛ ص ۵ و ۷.

۴. اصغری و رفسنجانی‌پور (۱۳۹۲)؛ ص ۱.

5. Foreign Direct Investment.

۶. منظور و نیاکان (۱۳۹۳)؛ ص ۸۳.

7. Panel Threshold Smooth.

8. Economic Cooperation Organization (ECO).



نتایج این مطالعه نشان می‌دهد کشتش درآمدی اغلب کشورهای عضو اکو در طول زمان کاهش یافته و در این کشورها به دلیل ساختار اقتصادی مشابه، کشتش درآمدی تقاضای انرژی بسیار به هم نزدیک است. به عبارت بهتر، با رشد اقتصادی کشورهای عضو اکو از شدت انرژی در این کشورها کاسته شده است. قاسمی و محمدخان‌پور<sup>۱</sup> نیز به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات<sup>۲</sup> (ICT) بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل کشورهای منتخب<sup>۳</sup> OECD و OPEC پرداخته‌اند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش (که با استفاده از الگوی پانل پویا انجام شده است)، فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای منتخب OECD، شدت مصرف انرژی (مصرف فرآورده‌های نفتی) بخش حمل‌ونقل این کشورها را افزایش می‌دهد. در حالی که در کشورهای منتخب OPEC با افزایش کاربرد ICT، شدت انرژی بخش حمل‌ونقل کاهش می‌یابد.

شهبازی و حمیدی رزی<sup>۴</sup> در تحقیقی به بررسی همگرایی شدت انرژی بین کشورهای عضو اوپک در دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. نتایج آزمون دوجانبه همگرایی پسران وقوع واگرایی در شدت انرژی بین کشوری را تأیید می‌کند. همچنین، مقایسه روند شدت انرژی در ایران با متوسط شدت انرژی کشورهای اوپک نشان می‌دهد شدت انرژی ایران روندی صعودی داشته و در سال‌های اخیر بالاتر از متوسط بوده است.

متکالف<sup>۵</sup> به تجزیه و تحلیل تجربی شدت انرژی در آمریکا پرداخته و نشان می‌دهد افزایش درآمد سرانه عاملی است که بر بهبود کارایی و شدت انرژی تأثیر گذاشته و چرایی تأثیر درآمد بالاتر بر کاهش شدت انرژی نامشخص است. ما و همکاران<sup>۶</sup> مصرف انرژی چین و تغییرات شدت انرژی را مدل‌سازی کردند. نتایج تحقیق ایشان حاکی از افزایش شدت انرژی در دوره مورد مطالعه (۲۰۰۴-۱۹۹۵) بوده و عامل اصلی این افزایش، استفاده از تکنولوژی‌های با شدت انرژی بالا است. سادورسکی<sup>۷</sup> نیز در مقاله‌ای به بررسی تأثیر تجارت بر مصرف انرژی در هشت کشور خاورمیانه، در دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۰ پرداخته

۱. قاسمی و محمدخان‌پور (۱۳۹۳)؛ ص ۱۶۹.

2. Information & Communication Technology.

3. Organization for Economic Co-operation and Development.

۴. شهبازی و حمیدی رزی (۱۳۹۳)؛ ص ۱۷۳ و ۱۹۵.

5. Metcalf (2008); p.19.

6. Ma & et al. (2009); p.1293.

7. Sadorsky (2011); p.739 & 747.

است. روابط کوتاه مدت نشان از رابطه علیت گرنجری از صادرات به مصرف انرژی دارد؛ به طوری که ۱ درصد افزایش در صادرات سرانه، مصرف انرژی سرانه را حدود ۰/۱۱ درصد افزایش می دهد. این نتایج در تخمین اثر تجارت فزاینده بر تقاضای انرژی در خاورمیانه اهمیت دارد. ژنگ و همکاران<sup>۱</sup> تأثیر افزایش صادرات بر شدت انرژی صنعتی چین را در ۲۰ زیربخش صنعتی در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۹ بررسی کرده و نشان می دهند صادرات بیش تر موجب افزایش شدت انرژی در چین می شود؛ هر چند تأثیر آن با توجه به اندازه زیربخش ها متفاوت است. هلچی اوغلو<sup>۲</sup>، تأثیر تولید ناخالص داخلی و صادرات بر مصرف انرژی داخلی ترکیه را در دوره ۲۰۰۸-۱۹۶۸ بررسی کرده است. نتایج تحقیق ایشان حاکی از ارتباط مثبت و معنادار این متغیرها با مصرف انرژی است. همچنین، با استفاده از آزمون علیت گرنجر ارتباط علیت پویا میان مصرف انرژی و صادرات نیز بررسی شده و براساس آن، ارتباط یک طرفه ای از صادرات به مصرف انرژی وجود دارد. وو<sup>۳</sup> نیز در تحقیقی به بررسی شدت انرژی و عوامل تعیین کننده اقتصاد منطقه ای چین می پردازد. نتایج این مطالعه بیانگر وجود شواهدی از رابطه غیرخطی بین شدت انرژی و نسبت سرمایه - نیروی کار است.

چیوز و همکاران<sup>۴</sup> در پژوهشی، وجود اثر متقابل بین مصرف انرژی داخلی و صادرات نیجریه در دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۰ را بررسی کرده و نشان دادند گسترش صادرات تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد. بنابراین، بهبود تولید و مصرف انرژی برای برانگیختن صادرات و ایجاد رشد اقتصادی در نیجریه مورد انتظار است. دامت و سزیر<sup>۵</sup> نیز انرژی و تأثیر آن بر رشد ۱۲ کشور صادرکننده نفت را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ بررسی کرده و چنین نتیجه گرفتند که رابطه بلندمدتی میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. همچنین شواهد نشان می دهد رابطه علیت کوتاه مدت یک طرفه ای نیز میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. پایتختی اسکویی و طبقچی اکبری<sup>۶</sup> در مقاله ای اثرات تجارت خارجی، جمعیت، قیمت نفت، درآمد و ارزش افزوده بخش های اقتصادی (کشاورزی و صنعت) ۲۱ کشور

1. Zheng & et al (2011); p.2697.

2. Halicioglu (2011); p.1.

3. Wu (2012); p.710.

4. Chibueze & et al (2013); p.297.

5. Damette & Seghir (2013); p.193.

6. Paytakhti Oskooe & Tabaghchi Akbari (2014), p1099.

تولیدکننده نفت را بر مصرف انرژی، در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۹ بررسی کرده‌اند. نتایج حاکی از اثر مثبت تجارت خارجی (مجموع صادرات و واردات)، جمعیت، درآمد و ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی، و اثر منفی قیمت نفت بر مصرف انرژی است. البته بررسی جداگانه صادرات نیز اثر مثبت این متغیر بر مصرف انرژی را تأیید می‌کند.

جیانگ و همکاران<sup>۱</sup> عوامل مؤثر بر شدت انرژی در چین را در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۳ بررسی کرده و نشان دادند رابطه U معکوسی بین درآمد و شدت انرژی وجود دارد. همچنین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) نیز تأثیر مثبت و قابل توجهی بر شدت انرژی دارد. گومز و همکاران<sup>۲</sup> در مطالعه‌ای دلایل شدت انرژی بالا در قزاقستان را بررسی کرده‌اند. بر این اساس، مهم‌ترین دلایل بالا بودن شدت انرژی در قزاقستان، تقاضای گسترده انرژی در بخش خانگی و خدمات، ناکارایی بخش صنعت و عدم کارایی مدیریت در بخش مجموعه گاز است. زنگ و همکارانش<sup>۳</sup> نیز با بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در چین در دوره ۱۹۹۷-۲۰۰۷ و با استفاده از تجزیه ساختاری، نشان دادند بهبود کارایی انرژی بخشی، بیش‌ترین کاهش شدت انرژی را در پی داشته و نیز، تغییر ترکیب تقاضای نهایی مهم‌ترین عاملی است که به افزایش سهم صادرات منجر می‌شود. همچنین، این تغییرات ساختاری در تولید، دلیل اصلی انتقال اقتصاد چین به صنایع با شدت انرژی بالا است. کارلوس<sup>۴</sup> رابطه مصرف انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی پرتغال را در دوره ۲۰۱۱-۱۹۹۰ بررسی کرده و نشان می‌دهد درآمد سرانه تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد. همچنین، آزادی تجارت و نرخ مبادله با FDI همبستگی مثبت داشته و اثری مثبت میان FDI و مصرف انرژی برقرار است.

با توجه به بررسی‌های فوق، علیرغم انجام مطالعات متعدد در زمینه عوامل مؤثر بر شدت انرژی، نقش صادرات در روند تغییرات شدت انرژی (به‌خصوص در میان کشورهای عضو اوپک)، مورد توجه قرار نگرفته است.

1. Jiang & et all (2014); p.351.

2. Gomez & et al (2014); p.556.

3. Zeng & et al (2014); p.640.

4. Carlos (2015); p.138.

## ۲. مراحل تخمین

براساس مطالعات فوک و همکاران<sup>۱</sup>، گونزالز و همکاران<sup>۲</sup>، کولیتاز و هارولین<sup>۳</sup> و جود<sup>۴</sup>، مراحل تخمین یک مدل PSTR اینگونه است که ابتدا آزمون خطی بودن در مقابل PSTR انجام می‌شود و در صورت رد فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن رابطه میان متغیرها، باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. اگرچه آزمون خطی بودن می‌تواند با آزمون فرضیه صفر  $H_0: \beta=0$  یا  $H_0: \beta \neq 0$  انجام شود، اما از آنجایی که مدل PSTR تحت فرضیه صفر دارای پارامترهای مزاحم نامعین است، آماره‌های آزمون هر دو فرضیه فوق غیراستاندارد هستند. برای رفع این مشکل، لوکن و همکاران<sup>۵</sup> و تراسورتا<sup>۶</sup> استفاده از تقریب تیلور تابع انتقال را پیشنهاد کرده‌اند. برای این منظور، گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) نیز تقریب تیلور تابع انتقال  $F(q_{it}; \gamma, c)$  را برحسب پارامتر  $\beta$  حول مقدار  $\beta=0$  به صورت زیر پیشنهاد کرده‌اند:

$$Y_{it} = \mu_{it} + \beta_0 X_{it} + \beta_1 X_{it} q_{it} + \dots + \beta_m X_{it} q_{it}^m + u_{it} \quad (1)$$

براساس این معادله، فرضیه صفر خطی بودن به صورت  $H_0: \beta_1 = \dots = \beta_m = 0$  تبدیل می‌شود که رد فرضیه صفر به معنای وجود رابطه غیرخطی است و عدم رد آن تصریح خطی از مدل را پیشنهاد می‌کند. برای آزمون این فرضیه به پیروی از کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶)، مطابق فرمول (۲) از آماره‌های ضریب لاگرانژ والد<sup>۷</sup> (LMw)، ضریب لاگرانژ فیشر<sup>۸</sup> (LMF) و نسبت درست‌نمایی<sup>۹</sup> (LRT) استفاده می‌شود:

$$LM_W = TN(SSR_0 - SSR_1) / SSR_0 \quad (2)$$

$$LM_F = \left[ \frac{(SSR_0 - SSR_1)}{km} \right] / [SSR_0 / (TN - N - mK)] \quad (3)$$

1. Fok et al. (2004).

2. González et al. (2005).

3. Colletaz and Hurlin (2006).

4. Jude (2010).

5. Luukkonen et al. (1988).

6. Terasvirta (1998).

7. Wald Lagrange Multiplier.

8. Fischer Lagrange Multiplier.

9. Likelihood Ratio.

$$LRT = -2[\log(SSR_1) - \log(SSR_0)] \quad (۴)$$

در این معادلات،  $SSR_0$  مجموع مربعات باقیمانده مدل پانلی خطی و  $SSR_1$  مجموع مربعات باقیمانده مدل غیرخطی PSTR است. همچنین،  $T$  دوره زمانی،  $N$  تعداد مقاطع،  $K$  تعداد متغیرهای توضیحی لحاظ شده در مدل و  $m$  تعداد حدهای آستانه‌ای است. در صورتی که نتایج بر تبعیت رفتار متغیرها از یک الگوی PSTR دلالت کند، در گام بعدی باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی انتخاب شود. برای این منظور، فرضیه صفر وجود یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل دو تابع انتقال آزمون می‌شود.

آزمون نبود رابطه غیرخطی باقیمانده توسط آزمون فرضیه صفر  $H_0: \beta_{21} = \dots = \beta_{2m} = 0$  انجام شده و اگر این فرضیه رد نشود، لحاظ کردن یک تابع انتقال برای بررسی رابطه غیرخطی میان متغیرهای تحت بررسی کفایت می‌کند؛ اما اگر فرضیه صفر در این آزمون رد شود، حداقل دو تابع انتقال در مدل PSTR وجود داشته و در ادامه باید فرضیه صفر وجود دو تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل سه تابع انتقال آزمون شود. این فرآیند تا زمانی که فرضیه صفر پذیرفته شود، باید ادامه یابد.

### ۳. متغیرها، توصیف داده‌ها و تصریح مدل

در این پژوهش تأثیر آستانه‌ای افزایش صادرات غیرنفتی بر شدت انرژی در ۸ کشور عضو اوپک (الجزایر، آنگولا، اکوادور، ایران، نیجریه، قطر، عربستان سعودی و ونزوئلا) در دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۹۵ و با استفاده از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی بررسی شده است. یکی از اشتراکات جامعه آماری، وفور منابع انرژی و تأثیر این فراوانی بر شدت انرژی این کشورها است. تک‌محصولی بودن این کشورها و وابستگی به درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت نیز یکی دیگر از وجوه اشتراک است. البته به علت عدم وجود داده‌های برخی کشورهای عضو، تنها به بررسی هشت کشور مذکور بسنده شده است.

در این پژوهش EI نشانگر شدت انرژی، EXP متغیر صادرات غیرنفتی به قیمت ثابت، FDI متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت، GDP

متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵، EP متغیر قیمت انرژی نسبت به شاخص قیمت مصرف کننده و SC متغیر ارزش افزوده بخش خدمات نسبت به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت این کشورها است.

داده‌های به کاررفته نیز از شاخص‌های توسعه بانک جهانی WDI<sup>۱</sup>، نرم افزار IFS<sup>۲</sup> و همچنین، سایت سازمان اوپک استخراج شده‌اند. در این تحقیق از تمام متغیرها به صورت لگاریتمی استفاده شده زیرا ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را کارآمدتر می‌سازد. یکی از این ویژگی‌ها این است که ضرایب برآوردشده کشش متغیر وابسته به متغیرهای توضیحی را نشان داده و واریانس ناهمسانی را در مدل کاهش می‌دهند.

### ۳-۱. تصریح مدل

با توجه به مبانی نظری و پیشینه مطالعات تجربی و با تأسی از مطالعات فیشر-واندن و جفرسون (۲۰۰۴)، هانگ و تو (۲۰۰۷)، متکالف (۲۰۰۸)، ژنگ و همکاران (۲۰۱۱)، سونگ و ژنگ (۲۰۱۲)، لی و لین (۲۰۱۴)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۴)، نابابان (۲۰۱۵) و یان (۲۰۱۵) مدل اصلی این تحقیق به صورت زیر بیان می‌شود:

$$EI_{it} = \mu_i + \alpha_1 EXP_{it} + \alpha_2 GDP_{it} + \alpha_3 EP_{it} + \alpha_4 FDI_{it} + \alpha_5 SC_{it} + \sum_{j=1}^r [\beta_1 EXP_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 EP_{it} + \beta_4 FDI_{it} + \beta_5 SC_{it}] F_j (q_{it}^j; \gamma_j, c_j) + u_{it} \quad (5)$$

نکته قابل ذکر این است که در معادله فوق، متغیر صادرات غیرنفتی به عنوان متغیر انتقال در نظر گرفته شده است. با توجه به ادبیات موضوع، اگرچه در برخی پژوهش‌ها به وجود رابطه غیرخطی بین صادرات غیرنفتی و شدت انرژی اشاره شده، اما متغیرها و عوامل تعیین کننده این ارتباط به وضوح مشخص نشده‌اند. بنابراین، در مطالعه حاضر نقش بالقوه صادرات غیرنفتی در ایجاد رابطه غیرخطی بین شدت انرژی و افزایش صادرات بررسی شده است. به عبارت دیگر، فرض می‌شود که در سطوح متفاوت صادرات غیرنفتی، رابطه میان شدت انرژی و صادرات از یک الگوی غیرخطی و نامتقارن تبعیت می‌کند و این فرض در این مطالعه آزموده شده است.

1. World Development Indicators (WDI).

۲. International Financial Statistics (IFS): لوح فشرده صندوق بین‌المللی پول.

## ۴. نتایج تجربی

## ۴-۱. آزمون‌های مانایی و هم‌جمعی

پیش از تخمین مدل PSTR، ویژگی مانایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو (LLC) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که متغیرهای شدت انرژی، صادرات غیرنفتی، تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت انرژی و ارزش افزوده بخش خدمات نسبت به تولید ناخالص داخلی در سطح مانا بوده و متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نسبت به تولید ناخالص داخلی دارای ریشه واحد است که پس از یک بار تفاضل‌گیری مانا شده است.

## جدول ۱- آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو

در تفاضل مرتبه اول		در سطح		متغیر
آماره	احتمال	آماره	احتمال	
-۸/۷۸۹۸۴	۰/۰۰۰۰	-۳/۸۲۰۲۵	۰/۰۰۰۱	EI
-۷/۴۵۴۸۳	۰/۰۰۰۰	-۳/۷۹۹۲۱	۰/۰۰۰۱	EXP
-۴/۵۷۱۶۶	۰/۰۰۰۰	-۲/۸۶۴۱۷	۰/۰۰۲۱	GDP
-۶/۳۵۸۱۶	۰/۰۰۰۰	-۵/۵۴۹۵۰	۰/۰۰۰۰	EP
-۳/۱۸۲۶۷	۰/۰۰۰۰۷	۲/۳۳۰۲۲	۰/۹۹۰۱	FDI
-۴/۷۷۷۲۴	۰/۰۰۰۰	-۱/۶۶۴۴۷	۰/۰۴۸۰	SC

مأخذ: نتایج تحقیق (با استفاده از نرم‌افزار Eviews 7.0).

وجود متغیرهای نامانا در مدل، رگرسیون کاذب ایجاد کرده و برای رفع آن باید یک‌بار تفاضل‌گیری کرد که این امر، موجب از بین رفتن روابط بلندمدت میان متغیرها می‌شود. بنابراین، در مدل‌های PSTR برای فائق آمدن بر مشکل نامانایی چند متغیر از رویکرد کادیلی و مارکوف<sup>۲</sup> استفاده می‌شود<sup>۳</sup>. به این ترتیب که در صورت مانایی پسماندهای قسمت خطی و غیرخطی مدل

1. Levin, Lin & Cho.

2. Kadili & Markov (2011).

۳. شهبازی و سعیدپور (۱۳۹۲)؛ ص ۳۰.

PSTR، تخمین‌های مدل سازگار بوده و مشکل رگرسیون کاذب وجود ندارد. بنابراین، به پیروی از کادیلی و مارکوف (۲۰۱۱) آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو برای پسماندهای بخش خطی و غیرخطی حاصل از مدل PSTR، انجام شده و نتایج (جدول ۲) حاکی از مانایی پسماندهای بخش خطی و غیرخطی است؛ بنابراین، احتمال وجود رگرسیون کاذب از بین می‌رود.

### جدول ۲- آزمون مانایی پسماندها

پسماند	آماره آزمون در سطح	احتمال
پسماندهای قسمت خطی	-۶/۱۲۲۰۷	۰/۰۰۰۰
پسماندهای قسمت غیرخطی	-۳/۸۴۲۲۷	۰/۰۰۰۱

مأخذ: نتایج تحقیق (با استفاده از نرم‌افزار Eviews 7.0)

### ۲-۴. نتایج تجربی

به پیروی از مباحث مطرح شده در بخش روش‌شناسی، ابتدا فرض صفر خطی بودن در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با در نظر گرفتن صادرات غیرنفتی به‌عنوان متغیر انتقال برآورد شده و براساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۳)، تمام آماره‌های ضریب لاگراتز والد (LMW)، ضریب لاگراتز فیشر (LMF) و نسبت درست‌نمایی (LRT) برای یک و دو حد آستانه‌ای ( $m=1$ ) و ( $m=2$ ) تبعیت رابطه میان متغیرهای مطالعه شده از یک الگوی غیرخطی را نشان می‌دهند.

### جدول ۳- آزمون خطی بودن و نبود رابطه غیرخطی باقیمانده

	حالت وجود یک حد آستانه‌ای ( $m=1$ )			حالت وجود دو حد آستانه‌ای ( $m=2$ )		
	LMW	LMF	LRT	LMW	LMF	LRT
$H_0: r = 0$ vs $H_1: r = 1$	۱۳/۲۴۸ (۰/۰۲۱)	۲/۶۵۵ (۰/۰۲۶)	۱۳/۹۵۰ (۰/۰۰۰)	۲۶/۰۹۸ (۰/۰۰۴)	۲/۸۰۶ (۰/۰۰۴)	۲۹/۰۲۷ (۰/۰۰۰)
$H_0: r = 1$ vs $H_1: r = 2$	۳/۵۷۳ (۰/۶۱۲)	۰/۶۰۸ (۰/۶۹۴)	۳/۶۲۲ (۰/۶۰۵)	۹/۲۶۲ (۰/۵۰۷)	۰/۷۸۷ (۰/۶۴۱)	۹/۵۹۷ (۰/۴۷۷)

$m$  بیانگر تعداد مکان‌های آستانه‌ای و  $r$  تعداد توابع انتقال است و مقادیر احتمال مربوط به هر آماره داخل پرانتز گزارش شده است. مأخذ: نتایج تحقیق (با استفاده از نرم‌افزار Matlab)



پس از آزمون خطی بودن و حصول اطمینان از وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مطالعه، یعنی وجود حداقل یک تابع انتقال، باید وجود رابطه غیرخطی باقیمانده را برای تعیین تعداد توابع انتقال بررسی کرد. براساس نتایج به دست آمده، در هر دو حالت وجود یک و دو حد آستانه‌ای وجود تنها یک تابع انتقال تأیید می‌شود. بنابراین، با لحاظ کردن یک تابع انتقال، هیچ‌گونه رابطه غیرخطی باقیمانده‌ای وجود نخواهد داشت. به این ترتیب، صرف در نظر گرفتن تنها یک تابع انتقال، قادر به تصریح رفتار غیرخطی میان افزایش صادرات غیرنفتی و شدت انرژی است.

پس از کسب اطمینان از وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها و در نظر گرفتن تنها یک تابع انتقال برای تصریح رفتار غیرخطی، حال باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب شود. برای این منظور، مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالت‌ها تخمین زده شده و از میان آن‌ها (براساس معیارهای مجموع مجذور باقیمانده‌ها، شوآرتز و آکائیک) مدل بهینه انتخاب می‌شود.

#### جدول ۴- تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال

معیار شوآرتز	
M=1	-۶/۶۵۲۹
M=2	-۶/۶۱۲۳

مأخذ: نتایج تحقیق (با استفاده از نرم‌افزار Matlab)

با توجه به جدول (۴) و براساس معیار شوآرتز، یک مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای (یک مدل دو رژیم) برای بررسی رفتار غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه انتخاب می‌شود و پس از انتخاب مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای که بیانگر یک مدل دو رژیم است، نتایج برآورد مدل در جدول (۵) آورده شده است.

براساس نتایج جدول (۵)، پارامتر شیب که بیانگر سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر است، معادل ۲۱/۱۶۸۱ برآورد شده و حد آستانه‌ای صادرات نیز مقدار ۸/۴۷۱۵ برآورد شده است. به بیان بهتر، وقتی صادرات غیرنفتی به این حد آستانه‌ای می‌رسد، جهت تأثیرگذاری آن بر شدت انرژی تغییر می‌کند. یعنی تغییر رژیم اتفاق افتاده و این تغییر با

سرعتی معادل ۲۱/۱۶۸۱ است. به عبارت دیگر، اگر میزان صادرات غیرنفتی از ۸/۴۷۱۵ تجاوز کند، متغیرها براساس رژیم دوم رفتار می کنند و نیز در صورت کم تر بودن از حد آستانه‌ای در رژیم اول قرار خواهند گرفت.

### جدول ۵- نتایج برآورد مدل PSTR

قسمت خطی مدل		قسمت غیرخطی مدل	
EXP	-۰/۰۵۶۴ (-۱/۹۸۱۶)	EXP	۰/۰۵۴۷ (۶/۲۴۳۴)
GDP	-۰/۴۲۰۷ (-۶/۴۷۵۱)	GDP	-۰/۰۵۷۳ (-۳/۷۷۴۵)
EP	۰/۱۶۰۹ (۴/۹۰۶۱)	EP	-۰/۱۳۸۰ (-۵/۰۵۸۰)
SC	-۰/۱۱۱۸ (-۲/۹۰۱۵)	SC	۰/۰۹۹۳ (۲/۳۹۸۵)
FDI	۰/۰۰۵۵ (۲/۰۱۳۱)	FDI	۰/۰۲۹۰ (۵/۰۵۶۰)
مکان وقوع تغییر رژیم $C = 8/4715$			
پارامتر شیب $\gamma = 21/1681$			

مأخذ: نتایج تحقیق (با استفاده از نرم افزار Matlab)

در رژیم اول یعنی بخش خطی مدل PSTR که در آن مقدار تابع انتقال صفر در نظر گرفته شده است. متغیرهای صادرات غیرنفتی، تولید ناخالص داخلی سرانه و ارزش افزوده خدمات تأثیر منفی و معناداری بر شدت انرژی دارند.

$$EI = \mu_0 - 0.0564 \text{ EXP} - 0.4207 \text{ GDP} + 0.1609 \text{ EP} - 0.1118 \text{ SC} + 0.0055 \text{ FDI} \quad (6)$$

رژیم حدی دوم نیز متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی نهایت میل می کند، اما مقدار متغیر انتقال بزرگ تر از حد آستانه‌ای است. در این حالت، تابع انتقال مقدار عددی

یک داشته و به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$EI = \mu_0 - 0.0017 EXP - 0.478 GDP + 0.0229 EP - 0.0125 SC + 0.0345 FDI \quad (7)$$

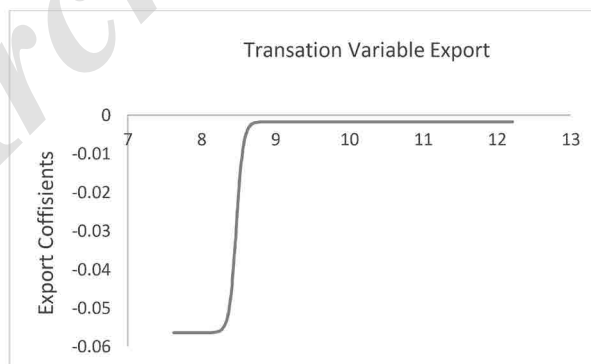
با توجه به دو مدل ذکر شده، متغیر صادرات غیرنفتی در رژیم اول تأثیر منفی و معناداری بر شدت انرژی داشته و مشاهده می‌شود که با گذار از حد آستانه‌ای علامت ضریب صادرات مثبت شده اما همچنان تأثیر آن بر شدت انرژی منفی است.

متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و قیمت انرژی در رژیم اول تأثیر مثبت و معناداری بر شدت انرژی دارند. در رژیم دوم که بیانگر گذار از سطح پایین میزان صادرات به سطح بالای آن است، تأثیر مثبت متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی افزایش یافته، علامت ضریب متغیر قیمت انرژی منفی شده و اثر مثبت این متغیر در رژیم دوم کاهش می‌یابد. بنابراین، این متغیر در سطوح مختلف از صادرات رفتار و تأثیر نامتقارن بر شدت انرژی دارد. متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه نیز در رژیم حدی اول اثری منفی بر شدت انرژی داشته و با گذشتن از حد آستانه‌ای صادرات و ورود به رژیم دوم تأثیر منفی آن افزایش می‌یابد. بنابراین، این متغیر نیز در سطوح مختلف از صادرات رفتار نامتقارن در مقابل شدت انرژی از خود نشان می‌دهد. همچنین، تأثیر متغیر ارزش افزوده خدمات بر شدت انرژی در رژیم اول منفی بوده و با گذار از حد آستانه‌ای علامت ضریب آن تغییر می‌کند اما همچنان اثری منفی بر شدت انرژی دارد.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، با توجه به این که این دو رژیم حالت‌های حدی مدل PSTR بوده و با توجه به مشاهدات متغیر انتقال، مقادیر ضرایب رگرسیونی بین این دو مقدار حدی در نوسان است، بنابراین، نمی‌توان این مقادیر عددی را مستقیماً تفسیر کرد و فقط باید علامت‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. بنابراین، برای تبیین بهتر نتایج حاصل از مدل PSTR و چگونگی تأثیر متغیرهای مورد نظر بر شدت انرژی، ضرایب تخمینی هر یک از متغیرها با توجه به مقدار متغیر انتقال و پارامتر شیب محاسبه شده و در نمودارهای (۱) تا (۵) ترسیم شده‌اند.

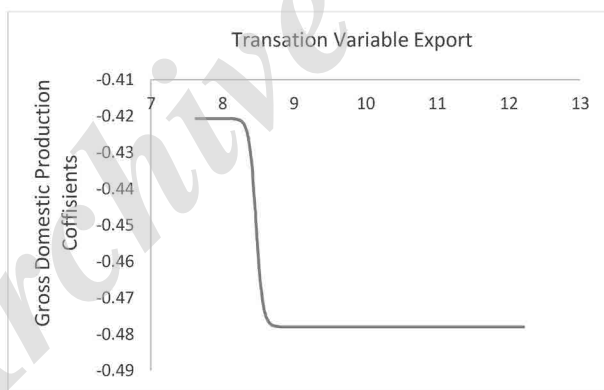
نحوه تأثیر صادرات غیرنفتی بر شدت انرژی در نمودار (۱) نشان داده شده است. براساس این نمودار، رشد صادرات در هر دو رژیم تأثیر منفی بر شدت انرژی داشته اما شدت تأثیر منفی آن در کشورهای دارای صادرات بالا کم‌تر از کشورهای دارای صادرات پایین است.

این نتیجه نشان می‌دهد رشد صادرات کشورهای عضو اوپک در سطوح بالای صادرات نسبت به سطوح پایین آن بیش تر انرژی بر است. تأثیر منفی صادرات بر شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک دو دلیل می‌تواند داشته باشد: اول این که، بنگاه‌ها در مواجهه با رقابت در بازارهای جهانی از فناوری‌های صرفه‌جویی‌کننده در انرژی استفاده می‌کنند تا رقابت‌پذیری کالاها و خدمات صادراتی‌شان را بهبود بخشند؛ دوم این که، صادرات غیرنفتی این کشورها عمدتاً شامل کالاهایی است که انرژی‌بری کم‌تری دارند. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش زنگ و همکاران (۲۰۱۴)، چیپوز و همکاران (۲۰۱۳)، سادورسکی (۲۰۱۱)، زنگ و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر تأثیر مثبت رشد صادرات بر شدت انرژی همخوانی نداشته و علت آن به ماهیت کشورهای مورد مطالعه در این پژوهش و نوع کالاهای صادراتی مربوط است. مکانیزم‌های تأثیر صادرات بر شدت انرژی در کشورهای مختلف متفاوت است، زیرا محصولات و زیربخش‌های صنعتی ویژگی‌های متفاوت قابل‌ملاحظه‌ای دارند. همچنین، جامعه آماری مطالعات فوق‌الذکر، دربرگیرنده کشورهایایی است که بخش زیادی از صادرات‌شان، کالاهای صنعتی‌ای است که انرژی‌بری بالایی دارند و بنابراین، افزایش صادرات به افزایش شدت انرژی منجر می‌شود. نتایج این تحقیق مؤید نتایج صادقی و سجودی است که نشان دادند علت کاهش شدت انرژی در بخش صنعتی ایران افزایش بهره‌وری انرژی در بخش صنعت، کاهش سهم زیربخش‌های با شدت انرژی بالا از تولید کل صنعت و افزایش سهم زیربخش‌های با شدت انرژی پایین از تولید کل صنعت (تغییرات ساختاری) است.



### نمودار ۱- ضریب تأثیرگذاری صادرات بر شدت انرژی

نمودار (۲) تأثیر منفی تولید ناخالص داخلی سرانه بر شدت انرژی را نشان می‌دهد. در مقادیر قبل از حد آستانه‌ای، تولید ناخالص داخلی تأثیر منفی بر شدت انرژی گذاشته و با تغییر رژیم بر میزان اثرگذاری منفی آن افزوده می‌شود. کشورهای توسعه‌یافته که تولید سرانه بالاتری دارند، به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید، می‌توانند شدت انرژی را کنترل کنند<sup>۱</sup>. همچنین، افزایش تولید ناخالص داخلی به‌طور مستقیم از طریق افزایش درآمد و در نهایت، افزایش تقاضا برای انرژی در بخش‌های مختلف (حمل‌ونقل، تجارت و...) مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آن‌جا که کاهش شدت انرژی نتیجه افزایش کارایی است و افزایش کارایی نیز در نتیجه توسعه‌یافتگی ممکن می‌شود، بنابراین، کاهش انرژی‌بری در آستانه معینی از توسعه امکان‌پذیر است<sup>۲</sup>. اما با توجه به این که کشورهای مورد بررسی در این تحقیق در زمره کشورهای در حال توسعه قرار دارند، این نتایج باید با احتیاط استفاده شوند. تأثیر منفی تولید ناخالص داخلی سرانه بر شدت انرژی از یک طرف می‌تواند به دلیل استفاده از فناوری‌های جدید و از طرف دیگر به علت تغییر در ترکیب تولید ناخالص داخلی و افزایش سهم بخش‌های دارای انرژی‌بری کم‌تر نظیر بخش‌های کشاورزی، نفت و خدمات باشد.



### نمودار ۲- ضریب تأثیر تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی

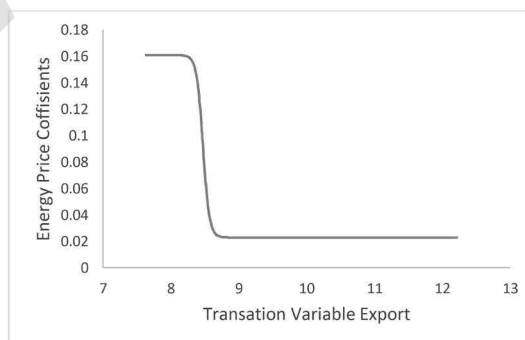
همچنین، براساس نتایج این تحقیق، در میان کشورهای عضو اوپک نیز عکس‌العمل شدت انرژی نسبت به تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه متفاوت بوده و در کشورهای دارای

۱. علی‌مددی و سجادی (۱۳۸۹)؛ ص ۸.

۲. ملکی (۱۳۸۹)؛ ص ۱۱۷.

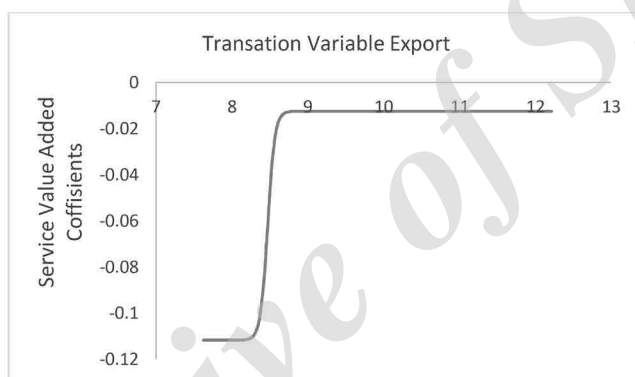
صادرات بالاتر تأثیر منفی تولید ناخالص داخلی سرانه بر شدت انرژی کم‌تر است. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه منظور و نیاکان (۱۳۹۳) مبنی بر کاهش شدت انرژی در پی افزایش تولید ناخالص داخلی کشورهای عضو اگو سازگاری دارد.

در نمودار (۳) نحوه تأثیر گذاری قیمت انرژی بر شدت انرژی مشاهده می‌شود. براساس این نمودار، با افزایش میزان صادرات، (حرکت از رژیم اول به رژیم دوم) شدت تأثیر گذاری قیمت انرژی بر شدت انرژی کاهش می‌یابد. در سطوح پایین صادرات، با توجه به پایین بودن قیمت انرژی در این کشورها، نهاده انرژی نسبت به سایر عوامل تولید ارزان‌تر بوده و تمایل به جایگزینی این نهاده به جای سایر نهاده‌ها بیش‌تر می‌شود. برای مثال، تولیدکنندگان، افزایش مصرف انرژی را به خرید تجهیزات جدید و کم مصرف ترجیح می‌دهند. قیمت پایین انرژی موجب حرکت ساختار فعالیت‌های اقتصادی به سمت صنایع انرژی‌بر شده، عامل مهمی در افت بهره‌وری بوده و این دو در کنار هم منجر به افزایش شدت انرژی شده‌اند. با افزایش صادرات اثر مثبت قیمت انرژی بر شدت انرژی کم‌تر اما همچنان مثبت است. بعد از حد آستانه‌ای، با افزایش قیمت انرژی (با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل تولید) مصرف آن کاهش می‌یابد اما اثرگذاری آن بر شدت انرژی مثبت است. دلیل وقوع این نتیجه که بر خلاف مبانی نظری موجود است، غیر واقعی بودن قیمت‌های داخلی انرژی این کشورها نسبت به قیمت جهانی انرژی است. بنابراین، با افزایش قیمت انرژی مصرف آن کم‌تر نشده و همچنان اثری مثبت بر شدت مصرف انرژی دارد. آل‌عمران و همکاران (۱۳۸۹)، آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲)، بهبودی و همکاران (۱۳۸۹) و متکالف (۲۰۰۸)، در پژوهش‌های خود به اثر منفی قیمت انرژی بر میزان مصرف انرژی اشاره کرده‌اند.



نمودار ۳- ضریب تأثیرگذاری قیمت انرژی بر شدت انرژی

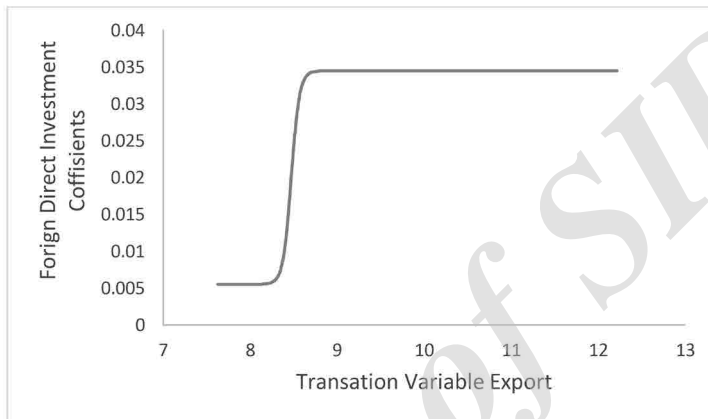
نمودار (۴) بیانگر اثرات منفی ارزش افزوده بخش خدمات بر شدت انرژی است. این متغیر در سطوح پایین صادرات تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد و با عبور از حد آستانه‌ای نیز تأثیر منفی آن ادامه می‌یابد. بنابراین، به دلیل سهم کم‌تر مصرف انرژی در بخش خدمات نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی (صنعت، حمل‌ونقل و...)، با افزایش فعالیت‌های خدماتی و گسترده‌تر شدن این بخش در اقتصاد، موجب پایین آمدن شدت مصرف انرژی می‌شود. از این رو، افزایش سهم ارزش افزوده بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی موجب کاهش شدت انرژی در کشورهای اوپک می‌شود. نتایج پژوهش با مطالعه سیف (۱۳۸۷) که به تأثیر منفی ارزش افزوده بخش خدمات بر شدت انرژی اشاره می‌کند، هم‌سو است.



#### نمودار ۴- ضریب تأثیرگذاری ارزش افزوده خدمات بر شدت انرژی

نمودار (۵) ضرایب تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی را برحسب مقادیر متغیر انتقال نمایش می‌دهد. همانگونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، با افزایش صادرات غیرنفتی (حرکت از رژیم اول به رژیم دوم) شدت اثرگذاری مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی افزایش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان گفت سرمایه‌گذاری خارجی واردشده به این کشورها در صنایع انرژی‌بر و آلوده‌کننده محیط‌زیست (از جمله صنعت نفت) متمرکز شده‌اند. همچنین، این نوع سرمایه‌گذاری، برخلاف کشورهای توسعه‌یافته تکنولوژی پیشرفته را به کشورهای مزبور وارد نمی‌کند. البته اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عوامل خاص هر کشور، مانند درجه باز بودن تجارت، و فور نسبی عوامل تولید و... بستگی دارد. نتایج تحقیق همسو با مطالعه اصغری و رفسنجانی‌پور (۱۳۹۲) و

کارلوس (۲۰۱۵) است. درحالی که جیانگ و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر منفی سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی را گزارش داده و مطالعات امین رشتی و معرفتی (۱۳۹۱) نیز نشانگر اثر منفی FDI بر عملکرد محیط زیست در کشورهای با درآمد پایین، و اثر مثبت آن در کشورهای با درآمد بالا است.



#### نمودار ۵- ضریب تأثیرگذاری سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی

#### جمع بندی و ملاحظات

این مطالعه تأثیر آستانه ای افزایش صادرات غیرنفتی بر شدت انرژی در کشورهای منتخب اوپک را بررسی کرده است. برای این منظور از مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) استفاده شده است که فوک و همکاران (۲۰۰۴)، گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) ارائه و گسترش داده اند. مدل PSTR یکی از برجسته ترین مدل های تغییر رژیمی است که روابط غیرخطی میان متغیرها را مدل سازی می کند. همچنین، در این مدل ضرایب متغیرها یکسان نبوده و با توجه به متغیر انتقال و پارامتر شیب تغییر می کنند و همین ویژگی، مشکل ناهمگنی محتمل در مقاطع را برطرف می کند.

نتایج تخمین وجود رابطه غیرخطی میان افزایش صادرات غیرنفتی و شدت انرژی را تأیید کرده و لحاظ کردن یک تابع انتقال با یک حد آستانه ای جهت تصریح رفتارهای



غیرخطی کفایت می‌کند. همچنین، براساس نتایج برآورد مدل PSTR، اگر میزان متغیر صادرات (که به‌عنوان متغیر انتقال در نظر گرفته شده است) از ۸/۴۷۱۵ تجاوز کند، رژیم تغییر می‌کند. پارامتر شیب نیز که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر بوده و معادل ۲۱/۱۶۸۱ است.

نتایج تخمین ضرایب متغیرهای مدل نشان می‌دهد صادرات غیرنفتی تأثیر منفی و معناداری بر شدت انرژی دارد که خود نشانگر تأثیر نامتقارن صادرات بر شدت انرژی در کشورهای اوپک است. متغیر FDI در رژیم اول و دوم اثر مثبت بر شدت انرژی داشته و با گذار از حد آستانه‌ای تأثیر مثبت آن افزایش می‌یابد. متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه نیز در رژیم حادی اول و دوم اثر منفی بر شدت انرژی دارد و با گذشتن از حد آستانه‌ای صادرات و ورود به رژیم دوم اثر منفی آن بیش‌تر می‌شود. متغیر قیمت انرژی در هر دو رژیم تأثیر مثبت بر شدت انرژی داشته و با عبور از حد آستانه‌ای صادرات اثر آن کم‌تر می‌شود. همچنین، متغیر ارزش افزوده بخش خدمات نیز در هر دو رژیم بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد.

در مجموع با توجه به نتایج تحقیق پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- با توجه به تأثیر منفی صادرات بر شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک در هر دو رژیم، این کشورها می‌توانند با اخذ سیاست‌های تشویق صادرات غیرنفتی، ضمن دنبال کردن رشد اقتصادی صادرات محور، شدت انرژی در کشورهاشان را کاهش دهند.
- تأثیر مثبت قیمت نسبی انرژی بر شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک حاکی از غیرواقعی بودن قیمت انرژی و پایین بودن نسبی قیمت آن در این کشورها و تفاوت قیمت داخلی با قیمت جهانی است. بنابراین، اصلاح قیمت حامل‌های انرژی به کاهش شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک منجر می‌شود.
- سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی در این کشورها سبب افزایش شدت مصرف انرژی شده است. بنابراین، جریان‌های ورودی سرمایه در بخش‌های انرژی بر تولید به‌کار برده شده‌اند و در نتیجه، تکنولوژی‌های ذخیره انرژی وارد نشده‌اند. از این‌رو دولت‌ها باید با وضع قوانین سخت‌گیرانه‌تر در مقابل ورود تکنولوژی قدیمی از طریق کشورهای توسعه‌یافته برای استفاده از منابع ارزان کشورهای منتخب در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و از آلودگی بیش‌تر محیط‌زیست جلوگیری کنند.

## منابع

- اصغری، مریم و سمیه رفسنجانی‌پور (۱۳۹۲)؛ «تأثیر جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت محیط‌زیست کشورهای منتخب حوزه منا»، فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی، ش ۹، صص ۳۰-۱.
- امین‌رشتی، ناریس و رقیه معرفتی (۱۳۹۱)؛ «اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای منتخب»، فصلنامه علوم اقتصادی، ش ۱ (ویژه‌نامه)، صص ۲۰۵-۱۸۳.
- آرمن، سیدعزیز و سمیرا تقی‌زاده (۱۳۹۲)؛ «بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران، ش ۲(۸)، صص ۲۰-۱.
- آل‌عمران، رویا؛ سیدعلی پایتختی اسکویی و لاله طبقیچی اکبری (۱۳۸۹)؛ «بررسی تأثیر تجارت خارجی بر مصرف انرژی در منتخبی از کشورهای عضو سازمان اگو، مجله مطالعات اقتصادی»، ش ۲(۱)، صص ۲۵-۱.
- بهبودی، داوود؛ اصلانی‌نیا و سکینه سجودی (۱۳۸۹)؛ «تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ش ۷(۲۶)، صص ۱۳۰-۱۰۵.
- راسخی، سعید و پروین سلمانی (۱۳۹۲)؛ «رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم‌یافته»، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ش ۲۱(۶۸)، صص ۲۴-۵.
- سیف، اله‌مراد (۱۳۸۷)؛ «شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ش ۵(۱۸)، صص ۲۰۱-۱۷۷.
- شریفی‌رنانی، حسین و حسن ملاسمعیلی دهشیری (۱۳۹۲)؛ «اثر نهادها بر صادرات غیرنفتی در کشورهای منتخب عضو اوپک»، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، ش ۳۱ و ۳۲، صص ۲۱۵-۱۹۳.
- شهبازی، کیومرث و داوود حمیدی‌رزی (۱۳۹۳)؛ «همگرایی شدت انرژی بین کشورهای عضو اوپک»، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ش ۲۲(۷۱)، صص ۱۹۸-۱۷۳.
- شهبازی، کیومرث و لسیان سعیدپور (۱۳۹۲)؛ «تأثیر آستانه‌ای توسعه مالی بر رشد اقتصادی در کشورهای ID-8»، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ش ۳(۱۲)، صص ۳۸-۲۱.
- صادقی، سید کمال و سکینه سجودی (۱۳۹۰)؛ «مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ش ۸(۲۹)، صص ۱۸۰-۱۶۳.
- علی‌مددی، مهدی و سیدحسین سجادی (۱۳۸۹)؛ «بررسی عوامل احتمالی تأثیرگذار بر شدت انرژی»، ماهنامه نفت و انرژی، ش ۴۹، صص ۳۴.
- فرزین، محمدرضا؛ یکتا اشرفی و فاطمه فهیمی‌فر (۱۳۹۱)؛ «بررسی اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی: تلفیق روش‌های سیستم دینامیک و اقتصادسنجی»، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ش ۲۰(۶۱)، صص ۶۲-۲۹.
- قاسمی، عبدالرسول و رقیه محمدخان‌پور (۱۳۹۳)؛ «بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل»، پژوهش‌نامه اقتصاد انرژی ایران، ش ۴(۱۳)، صص ۱۹۰-۱۶۹.
- ملکی، رضا (۱۳۸۹)؛ «بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران»، مجله برنام و بودجه،

ض ۸۹، صص ۱۲۱-۸۱

منظور، داوود و لیلی نیاکان (۱۳۹۳)؛ «رابطه توسعه اقتصادی و شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک»، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ش ۲۲ (۶۹)، صص ۱۰۶-۸۳

Carlos, L.N. (2015); "Energy Consumption and Foreign Direct Investment: A Panel Data Analysis for Portugal", *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 5, no. 1, pp. 138-147.

Chibuze, E. N; O. Ch Jude and M. Nnaji (2013); "Does Domestic Energy Consumption Contribute to Exports? Empirical Evidence from Nigeria", *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 3, no. 3, pp. 297-306.

Damette, O. and M. Seghir (2013); "Energy as a Driver of Growth in Oil Exporting Countries?", *Energy Economics*, vol. 37, pp. 193-199.

Fisher-Vanden, K. and G.H. Jefferson (2004); "What is driving China's decline in energy intensity?", *Resource and Energy Economics*, no.26 (1), pp.77-97.

Gomez, A; C. Dopazo and N. Fueyo (2014); "The Causes of the High Energy Intensity of the Kazakh Economy: A Characterization of Its Energy System", *Energy*, vol. 71, pp. 556-568.

Halchioglu, F. (2011); "A Dynamic Econometric Study of Income, Energy and Exports in Turkey", *MPRA paper*, Posted 17.

Hang, Leiming and Tu, Meizeng (2007); "The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence from China", *Energy Policy*, vol. 35, issue 5, pp 2978-2988.

Jiang, L; H. Flormer and M. Ji (2014); "The Drivers of Energy Intensity in China", *China Economic Review*, vol. 31, pp.351-360.

Li, K. and B. Lin (2014); "The Nonlinear Impacts of Industrial Structure on China's Energy Intensity", *Energy*, no.69, pp.258-265.

Ma, H; L. Oxley, J. Gibson and B. Kim (2009); "Modeling China's Energy Consumption Behavior and Changes in Energy Intensity", *Environmental Modeling & Software*, vol. 24, pp.1293-1301.

Metcalf, G.E. (2008), "An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level", *The Energy Journal*, vol. 29, no. 3, 1-26.

Nababan, Tongam Sihol (2015); "The Factors Affecting the Household Energy Consumption, Energy Elasticity, and Energy Intensity in Indonesia", International Conference on Entrepreneurship, Business, and Social Sciences (ICEBSS), August 2015, University of Diponegoro (UNDIP) Semarang and State University of Jakarta (UNJ), International Proceedings: ISBN 978-602-14716-2-3. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2648790>

Paytakhti Oskooe, S.A and L. Tabaghchi Akbari (2014); "Foreign Trade, Population and Energy Consumption: Evidence from Selected Oil Producing Countries", *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 1099-1108.

- Sadorsky, P. (2011); "Trade and Energy Consumption in the Middle East", *Energy Economics*, no.33, pp. 739-749.
- Song, F. and X. Zheng (2012); "What Drives the Change in China's Energy Intensity: Combining Decomposition Analysis and Econometric Analysis at the Provincial Level", *Energy Policy*, vol. 51, pp.445-453.
- Wu, Y (2012); "Energy Intensity and Its Determinants in China's Regional Economies", *Energy Policy*, vol.41, pp.703-711.
- Yan, Huijie (2015); "Provincial Energy Intensity in China: The Role of Urbanization", *Energy Policy*, vol. 86, pp 635-650.
- Zeng, L; M. Xu, S. Liang, S. Zeng and T. Zhang (2014); "Revisiting Drivers of Energy Intensity in China during 1997-2007: A Structural Decomposition Analysis", *Energy Policy*, vol. 67, pp. 640-647.
- Zheng, Y; J. Qi and X. Chen (2011); "The Effect of Increasing Exports on Industrial Energy Intensity in China", *Energy Policy*, vol.39, pp. 2688-2698.

Archive of SID