

## تجزیه رفتار شدت انرژی با تأکید بر زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی: شواهدی از ایران و کشورهای منتخب

کیومرث حیدری<sup>۱</sup>، سمیه صادقی<sup>۲\*</sup>

۱. استادیار پژوهشگاه نیرو، kioumars.h@gmail.com

۲. استادیار واحد آیت‌الله امینی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران، somysadeghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۱۵

### چکیده

هدف این تحقیق، بررسی عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی ایران و کشورهای منتخب طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ با استفاده از رویکرد تجزیه و با تمرکز بر زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی است. بدین منظور، نمونه‌ای از کشورها شامل انگلستان، آلمان، ژاپن، ترکیه، عربستان، چین، ایران و روسیه بر اساس شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی گروه‌بندی شده‌اند. گروه اول؛ کشورهایی که از شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی بالایی برخوردارند. گروه دوم؛ کشورهایی که از نظر شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی در رده متوسط قرار می‌گیرند. گروه سوم؛ کشورهایی که شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی پایینی دارند و همچنین نقش دولت در اقتصاد پررنگ است. تحلیل وضعیت شاخص‌های کلان اقتصادی- نهادی و شدت انرژی در کشورهای مورد بررسی نشان می‌دهد که هر چه اقتصادها آزادتر و از سطوح کیفیت نهادی بالاتری برخوردار باشند، سطوح شدت انرژی کاهش می‌یابد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه تغییرات شدت انرژی با استفاده از شاخص ایده آل فیشر نشان می‌دهند که در کشورهای گروه اول (آلمان، انگلستان و ژاپن)، عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی، بهبود کارایی است. در مقابل، کشورهای گروه دوم (ترکیه و عربستان) و گروه سوم (ایران، روسیه و چین) رفتار شدت انرژی متفاوتی دارند. در ترکیه در بیشتر سال‌ها، بهبود کارایی در مصرف انرژی به‌عنوان اثر غالب در توضیح تغییرات شدت انرژی بوده، اما در عربستان تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های انرژی‌بر، اثر بهبود کارایی را خنثی کرده است. همچنین در دو کشور روسیه و ایران، عامل اصلی در توضیح تغییرات شدت انرژی، عدم کارایی بوده، اما در کشور چین، بهبود کارایی هدایت‌کننده اصلی کاهش شدت انرژی نسبت به سال پایه می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: Q49، Q43

واژه‌های کلیدی: شدت انرژی، کیفیت نهادی، درجه‌ی باز بودن اقتصادی، رویکرد تجزیه

\*. نویسنده مسئول، شماره تماس ۰۹۱۱۲۲۱۹۰۸۹

## ۱- مقدمه

یکی از رویدادهای مهم در حوزه انرژی در دهه‌های اخیر، مسئله بهبود کارایی انرژی به‌ویژه با توجه به افزایش جهانی قیمت انرژی بوده است. محققان در پاسخ به این مسئله که آیا لزوماً کاهش شدت انرژی را می‌توان همراستا با افزایش کارایی در مصرف انرژی کشورها دانست، دو موضوع کلیدی را مورد بحث قرار داده‌اند: اول آن که تغییرات در شدت انرژی به‌دلیل بهبود کارایی در مفهوم کاهش میزان انرژی مصرفی به‌ازای هر واحد تولید است. دوم آن که تغییرات در شدت انرژی به‌دلیل انتقال بخشی و تغییر ترکیب فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد. آن‌ها برای بررسی ابعاد این موضوع و تحلیل کمی آن، روش تجزیه را پیشنهاد داده‌اند. در چارچوب این روش، تغییرات شدت انرژی کل به دو عامل مهم کارایی انرژی و ساختار فعالیت‌های اقتصادی تجزیه می‌شود. شناسایی این که کدام یک از دو عامل، هدایت‌کننده اصلی تغییرات شدت انرژی کشورهاست، برای سیاست‌ها و برنامه‌های بهره‌وری انرژی دولت‌ها ضرورت دارد. از سوی دیگر، تجربه اقتصادها نشان می‌دهد که نقش دولت‌ها (ساختار و کیفیت) در هدایت سیاست‌های مدیریت مصرف انرژی نیز تا حدود زیادی می‌تواند تعیین‌کننده باشد که بسته به نوع عملکرد، اثری کارا یا ناکارا بر شدت انرژی دارد. آژانس بین‌المللی انرژی نیز در گزارش‌های اخیر خود بر نقش زیرساخت‌های اقتصادی و کیفیت نهادی در کاهش سطوح شدت انرژی کشورها تأکید دارد؛ بنابراین در این مطالعه برای مشارکت بیشتر، نقش فاکتورهای فوق در توضیح تغییرات شدت انرژی کشورها با استفاده از رویکرد تجزیه مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌طور خاص، این مطالعه به دنبال آن است که بسته به زیرساخت‌های اقتصادی و کیفیت نهادی، عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی کشورها در جهت کارایی بوده یا تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی؟ این مشارکت، مطالعه حاضر را از سایر مطالعات متمایز می‌کند. بدین منظور، نمونه‌ای از کشورها (شامل انگلستان، آلمان، ژاپن، ترکیه، عربستان، چین، ایران و روسیه) بر اساس شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی از جمله تولید ناخالص ملی، درآمد سرانه، درجه‌ی آزادی اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی گروه‌بندی شده‌اند. گروه اول؛ کشورهایی که از شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی بالایی برخوردارند. گروه دوم؛ کشورهایی که از نظر شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی در رده متوسط قرار می‌گیرند. گروه سوم؛ کشورهایی که شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی پایینی دارند و همچنین نقش دولت در اقتصاد پررنگ است.

بقیه مقاله به صورت زیر ساماندهی شده است: در بخش بعدی، ادبیات موضوع و سپس پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحقیق مرور می‌شوند. در بخش سوم، تحلیلی از وضعیت اقتصادی و نهادی و شدت انرژی کشورهای مورد بررسی ارائه خواهد شد. بخش چهارم به روش تحقیق تجزیه شدت انرژی و معرفی شاخص تجزیه ایده‌آل فیشر اختصاص یافته است. در بخش پنجم نتایج حاصل از رویکرد تجزیه با تمرکز بر زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی ارائه می‌شوند. بخش بعدی به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری مقاله اختصاص یافته است.

## ۲- ادبیات موضوع

انرژی به عنوان یک نهاده مهم تولید و به عنوان یک اساس رشد و توسعه اقتصادی کشورها اهمیت دارد. تجربه اقتصادها نشان می‌دهد که اقتصادهای صنعتی پیشرفته در مقایسه با اقتصادهای سنتی انرژی کمتری را به ازای هر واحد تولید مصرف می‌کنند. این موضوع، به طور کیفی وابستگی زیادی به زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی کشورها دارد. هر یک از زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی از طریق ابعاد متفاوتی مورد بررسی قرار می‌گیرند که ابعاد مهم برای زیرساخت‌های اقتصادی شامل درآمد و ساختار اقتصادی و درجه‌ی باز بودن اقتصادی بوده و برای زیرساخت‌های نهادی شامل اندازه‌ی دولت و کیفیت دولت (نظام تدبیر<sup>۱</sup>) می‌باشد که در ذیل به وابستگی متقابل بین شدت مصرف انرژی و هر یک از ابعاد مذکور پرداخته می‌شود.

### ۲-۱- درآمد و ساختار اقتصادی

فرایند رشد و توسعه اقتصادی با تحولات ساختاری گسترده در حوزه‌های اقتصاد، فناوری و سبک زندگی جامعه همراه است، که همگی بر رفتارهای مصرفی و ساختار تولیدی کشور تأثیرگذار بوده و در نتیجه منجر به تغییراتی در شدت انرژی می‌شوند (کالدور<sup>۲</sup>، ۱۹۷۸؛ لوئیس<sup>۳</sup>، ۱۹۸۰). محققان اقتصاد انرژی اعتقاد دارند که رابطه رشد اقتصادی و شدت انرژی به صورت U معکوس است. بدین معنی که در ابتدا با شروع فرایند توسعه اقتصادی و صنعتی شدن، به سبب گسترش صنایع مادر، زیرساخت‌ها و دیگر فعالیت‌های اقتصادی انرژی بر، مصرف انرژی افزایش می‌یابد و پس از آن یعنی در

- 
1. Governance
  2. Kaldor
  3. Lewis

فاز پسا صنعتی به دلیل افزایش صنایع خدماتی و فناورانه که اقتصاد را از وابستگی به مواد اولیه خارج می‌کند، شدت انرژی کاهش می‌یابد (مدلاگ و سولیگو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱؛ زیرمای<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، تحولات ساختاری ناشی از توسعه اقتصادی در سبک زندگی جامعه نیز به تغییراتی در شدت انرژی کشور می‌انجامد؛ به عبارت دیگر، با توسعه اقتصادی، اقتصاد از روستایی و کشاورزی محوری به شهرنشینی و صنعت و در نهایت تولیدات خدماتی روی می‌آورد. این تحولات سبب افزایش ثروت و رفاه مصرف کنندگان شده و به دنبال آن تقاضا برای کالاهای کارخانه‌ای با تکنولوژی بالاتر افزایش می‌یابد. به دنبال این تحولات ساختاری در مصرف و تولید، ساختار موجودی سرمایه به منظور تحریک انتقال به سوی یک ساختار دارای بهره‌وری بالاتر عوامل تولید (از جمله انرژی) تغییر می‌یابد. در نتیجه می‌توان گفت که مراحل مختلف توسعه اقتصادی به تغییراتی در شدت انرژی می‌انجامند.

## ۲-۲- درجه‌ی باز بودن اقتصادی

هم‌زمان با مطرح شدن پدیده جهانی شدن، درجه‌ی باز بودن اقتصادی نیز به‌عنوان یکی از عوامل اثرگذار بر شدت انرژی مطرح شده است. بر اساس ادبیات موضوع، تأثیر درجه‌ی باز بودن اقتصادی بر شدت انرژی متفاوت بوده و اثر نهایی به برآیند اثرهای مقیاس، ترکیب و فنی بستگی دارد. در این رویکرد، اثر مقیاس<sup>۳</sup> بیان می‌کند که با افزایش درجه‌ی باز بودن اقتصادی و در نتیجه گسترش تجارت، فعالیت‌های اقتصادی افزایش یافته و بنابراین به تغییراتی در مصرف انرژی منجر می‌شود. اثر ترکیب<sup>۴</sup>، تغییر در ترکیب کالاهای تولیدی را نشان می‌دهد. ماهیت تأثیر اثر ترکیب بر شدت انرژی به الگوی تخصص اقتصادها و به عبارت دیگر به نوع مزیت نسبی بستگی دارد. براساس اثر ترکیبی، مصرف انرژی یک کشور زمانی کاهش می‌یابد که اقتصاد آن در بخش‌ها با انرژی‌بری کمتر تخصص دارد. اثر فنی<sup>۵</sup> به تأثیر درجه‌ی باز بودن اقتصادی بر بهره‌گیری از تکنولوژی‌های انرژی اندوز و هم‌چنین بهره‌مندی از تجارب جهانی در اقتصاد داخلی اشاره دارد. بدین ترتیب که آزادسازی تجاری شانس تقلید و یادگیری از خارجیان را تقویت می‌کند و بنگاه‌های داخلی را برای پذیرش فناوری‌هایی با بهره‌وری انرژی بالاتر

1. Medlace and Soligo

2. Szirmai

3. Scale Effect

4. Composition Effect

5. Technique Effect

تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نهایت رقابت ناشی از باز شدن اقتصاد موجب کاهش مصرف انرژی در کشور میزبان می‌شود (گروسمن و کروگر<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). از سوی دیگر، با گسترش تجارت و افزایش رشد اقتصادی و درآمد سرانه و به دنبال آن گرایش عمومی به سمت محیط زیست پاک‌تر در بلندمدت کشورهای در حال توسعه با جذب تکنولوژی‌های پیشرفته و سازگار با محیط زیست در مسیر کاهش وابستگی به نهاده‌هایی مانند انرژی حرکت کنند (هوبلر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹ در چین؛ اسبیا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴ در امارات). البته گروهی دیگر از محققان معتقدند که اثر آزادسازی تجاری بر شدت انرژی به وزن نسبی انرژی صرفه‌جویی شده از طریق واردات و انرژی مصرف شده از طریق صادرات بستگی دارد. از آنجا که انرژی صرفه‌جویی شده از طریق واردات بیشتر از انرژی مصرف شده به واسطه صادرات است، بنابراین آزادسازی تجاری شدت انرژی را کاهش می‌دهد. البته در اقتصادهای کوچک که نقش صادرات مهم‌تر است، با وجود این که نگاه‌ها در رقابت بین‌المللی به استفاده از تجهیزات پیشرفته وارداتی و فناوری‌های کمتر انرژی‌بر انگیزه پیدا می‌کنند، اما به دلیل وزن بیشتر صادرات در این اقتصادها ممکن است شدت انرژی افزایش یابد (کول<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶؛ فیشر-وندن و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴).

### ۲-۳- اندازه‌ی دولت و کیفیت نهادی

بر اساس ادبیات نظری، دولت به‌عنوان عامل مهم اثرگذار بر بخش‌های کلان اقتصادی از جمله بخش انرژی نقش مهمی در تغییرات مصرف انرژی ایفا می‌کند (لو و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۵). دولت می‌تواند به‌صورت مستقیم از طریق وضع قوانین و مقررات و سیاست‌های انرژی و نظارت بر اجرای آن‌ها توازن بین امنیت انرژی، رشد اقتصادی و حفاظت محیط زیست حاکم کند (پرایس و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۰). یکی دیگر از کانال‌های تأثیرگذاری دولت بر بخش انرژی، مخارج دولت بوده که بسته به نوع عملکرد، می‌تواند تأثیرگذاری کارا یا ناکارا داشته باشد. در ادبیات نظری، علت نتیجه‌گیری‌های متفاوت به ساختار و حجم فعالیت‌های دولت، ویژگی‌های مکانیسم اقتصادی و غیره در کشورهای مختلف نسبت داده می‌شود. کینزین‌ها با فرض عدم اشتغال کامل و وجود بیکاری در

- 
1. Grossman and Kruger
  2. Hubler
  3. Sbia
  4. Cole
  5. Fisher-Vanden et al
  6. Lu et al
  7. Price et al

اقتصاد معتقد هستند به دلیل کم بودن حساسیت سرمایه‌گذاری به نرخ بهره، افزایش مخارج دولت اثر اندکی بر نرخ بهره دارد و موجب افزایش تولید و درآمد می‌شود؛ به عبارت دیگر، آن‌ها با مطرح کردن اثر درون‌رانی<sup>۱</sup> بیان می‌کنند که افزایش مخارج دولت اثر مثبتی بر انتظارات سرمایه‌گذاران داشته و در نتیجه تولید افزایش می‌یابد (آشوئر<sup>۲</sup>، ۱۹۸۹؛ بالداسی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). از آنجایی که یکی از نهاده‌های اصلی تولید، انرژی می‌باشد، بنابراین افزایش مخارج دولت به‌عنوان یک سیاست مالی انبساطی، عاملی برای افزایش مصرف انرژی محسوب می‌شود.

یکی دیگر از ابزارهای سیاست‌گذاری دولت در بخش انرژی، اعطای یارانه‌های انرژی می‌باشد که مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این شیوه، موجب کاهش غیرواقعی قیمت حامل‌های انرژی می‌شود و به عبارتی کم بودن قیمت انرژی در کنار مزایایی که ممکن است برای بنگاه‌های اقتصادی داشته باشد، موجب بروز مشکلی اساسی به نام افزایش بی‌رویه مصرف انرژی خواهد شد. در این خصوص، اصلاح قیمت انرژی و کاهش یارانه‌های پنهان انرژی به‌عنوان سیاست‌گذاری دولت در حوزه انرژی از عوامل کاهش مصرف انرژی محسوب می‌شود. البته بررسی‌های محققان اقتصادی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که حذف یارانه‌های انرژی در صورتی می‌تواند موجب بهینه‌سازی مصرف انرژی و در نتیجه کاهش شدت انرژی شود که به دنبال بسترسازی و اعمال سیاست‌های مناسب به‌منظور افزایش بهره‌وری فناوری تولید و نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات باشد (وینگ<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸).

هم‌چنین دولت‌ها می‌توانند از طریق سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کلان زیربنایی که به‌طور عمده در بخش‌های مختلف صنعت یا زیرساخت‌ها به مرحله اجرا درمی‌آیند و در نتیجه سرمایه‌بر بوده و بخش خصوصی قادر به سرمایه‌گذاری نیست، مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار دهند. از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری دولت بر روی کالاهای عمومی و زیرساخت‌های اقتصادی، می‌تواند از طریق کاهش هزینه‌ی تولید، انگیزه‌های لازم را برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی ایجاد کند که در نتیجه افزایش تولید و به‌دنبال آن، مصرف انرژی بیشتری را در پی خواهد داشت (گیتاهی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). بر اساس ادبیات تئوریک، علاوه بر ترکیب مخارج دولت، میزان دخالت دولت در حوزه انرژی نیز

- 
1. Crowding in effect
  2. Aschauer
  3. Baldacci, Hillman & Naoko
  4. Wing
  5. Gitahi et al

اهمیت دارد. بررسی‌های محققان اقتصادی نشان می‌دهد که افزایش اندازه‌ی دولت تا حد آستانه‌ای خاصی می‌تواند مفید واقع شود، به طوری که افزایش بیش از آن موجب تشدید ناکارایی شده و به سرمایه‌گذاری‌های عمومی با هزینه‌های سنگین در بخش انرژی منتهی می‌شود (آفونسو و جالس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

علاوه بر اندازه‌ی دولت، کیفیت دولت نیز یکی از عوامل مهم مؤثر بر شدت انرژی می‌باشد. برای سنجش کیفیت دولت از شاخص حکمرانی خوب<sup>۲</sup> استفاده می‌شود. سیاست‌های ناظر به حکمرانی خوب از اواخر دهه ۹۰ میلادی توسط بانک جهانی، به عنوان روشی برای رسیدن به توسعه اقتصادی با مشارکت نهادها مطرح شده است که شامل شش شاخص حق اظهار نظر و پاسخگویی<sup>۳</sup>، ثبات سیاسی<sup>۴</sup>، اثر بخشی دولت<sup>۵</sup>، کیفیت قوانین و مقررات<sup>۶</sup>، حاکمیت قانون<sup>۷</sup> و کنترل فساد<sup>۸</sup> می‌باشد. در مجموع، براساس تعریف بانک جهانی، حکمرانی خوب شیوه‌ای است که در آن قدرت برای مدیریت منابع اقتصادی و اجتماعی یک کشور در راستای توسعه صرف می‌شود (وود<sup>۹</sup>، ۱۹۹۹). در این تعریف هر قدر ویژگی‌های مثبت مانند حاکمیت قانون، پاسخگویی و اثر بخشی دولت در یک جامعه بیشتر و فساد، مقررات اضافی، بی‌ثباتی سیاسی و خشونت کمتر باشد، حکمرانی در آن جامعه برای رسیدن به توسعه اقتصادی مناسب‌تر خواهد بود؛ به عبارت دیگر، حکمرانی خوب از طریق ایجاد ساختار انگیزشی مناسب نااطمینانی را در اقتصاد کاهش داده و از این رهگذر با افزایش کارایی به رشد اقتصادی بالاتر کمک می‌کند (کافمن و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۰).

اژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۰۹ حکمرانی را به عنوان یک موضوع حیاتی برای سیاست‌ها و برنامه‌های بهره‌وری انرژی مطرح کرده است. این اژانس در گزارش خود در سال ۲۰۱۰ موضوع حکمرانی در بخش انرژی (EEG<sup>۱۱</sup>) را از سه جنبه مورد

- 
1. Afonso and Jalles
  2. Good Governance
  3. Voice and Accountability
  4. Political Instability and Violence
  5. Government Effectiveness
  6. Regulatory Burden
  7. Rule of Law
  8. Corruption
  9. Wood
  10. Kaufmann et al
  11. Energy Efficiency Governance (EEG)

مطالعه قرار داده است: توانمندسازی ساختارها<sup>۱</sup>، ترتیبات نهادی<sup>۲</sup> و فرآیند هماهنگی<sup>۳</sup>. هر یک از آن‌ها شامل زیربخش‌هایی است که مفهوم حکمرانی را در حوزه انرژی دربرمی‌گیرد. توانمندسازی ساختارها در مفهوم تفویض اختیارات و فراهم ساختن زمینه برای اجرای سیاست‌های تدوین شده در بخش انرژی است که شامل سه زیر بخش قوانین و مقرات، برنامه‌های عملیاتی و تنظیم بودجه می‌باشد. ترتیبات نهادی، محور اصلی حکمرانی در بخش انرژی را تشکیل می‌دهد که شامل عوامل اجرایی، تأمین منابع لازم، نقش تولیدکنندگان انرژی، تعهدات سهامداران، خدمات بین‌المللی و ارتباط بخش‌های خصوصی و دولتی می‌باشد و در مجموع، مواردی را نشان می‌دهد که نقش اساسی در اجرای سیاست‌های انرژی دارند. فرآیند هماهنگی که از زیربخش‌های هماهنگی‌های دولتی، اهداف و ارزیابی تشکیل شده، کیفیت و تأثیرگذاری نتایج سیاست‌های بخش انرژی را مطرح می‌کند. بدیهی است با توجه به مطالب مذکور، ارتباط بین حکمرانی خوب و مصرف انرژی مورد توجه قرار می‌گیرد (جولاندز و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۱).

آژانس بین‌المللی توسعه<sup>۵</sup> نیز حکمرانی خوب را به‌عنوان ابزاری ضروری در بلندمدت برای دستیابی به توسعه پایدار معرفی کرده است. در این راستا، مشخصه‌های حکمرانی خوب این امکان را میسر می‌کند، زیرا حکمرانی خوب بر مبنای مشارکت است، یعنی از تمامی نهادهای دولتی و غیردولتی گرفته تا کارخانه‌های تولیدی و حتی خانوارها، می‌بایست متعهد به مصرف درست منابع انرژی و سهیم در محافظت از منابع انرژی باشند. هم‌چنین حکمرانی خوب بر مفهوم شفافیت استوار است، یعنی عملکرد دولت و عوامل ذیربط و همه سیاست‌های اتخاذ شده در بخش انرژی و اهداف نهایی باید از شفافیت کافی برخوردار باشند. علاوه بر آن، با توجه به این که حکمرانی خوب بر کیفیت قوانین و مقررات تأکید دارد، این امر سبب خواهد شد در کشورهایی که در بخش انرژی اقدام به قانونگذاری می‌کنند، برنامه‌های بهره‌وری انرژی از یک اساسنامه نظام‌مند برخوردار شوند. یکی دیگر از مشخصه‌هایی که حکمرانی در توضیح ناکارآمدی برنامه‌های اقتصادی بیان می‌کند، فساد است. بدین معنی که مسئله سواری مجانی آلاینده‌ها و فشار لابی‌های بخش خصوصی برای تضعیف برنامه‌های کارایی انرژی و هم‌چنین انگیزه‌های رشوه خواری در بدنه بروکراسی اداری، زمینه‌های ایجاد سوءاستفاده و تخلف را برای برنامه کارایی انرژی شکل می‌دهد، به‌طوری که ثبات مالی پروژه‌ها را تهدید کرده

1. Enabling Frameworks
2. Institutional Arrangements
3. Coordination Mechanisms
4. Jollands et al
5. U.S. Agency for International Development



و حتی منجر به خطر انداختن تأمین امنیت انرژی می‌شود (استفانو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ کمفرت و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲).

### ۳- پیشینه تحقیق

ژنگ و هوانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۷)، در مطالعه خود به نقش دولت در تبیین رفتار شدت انرژی صنایع چین پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اعمال سیاست‌های دولت از قبیل سوبسیدهای مالی و افزایش قیمت زغال سنگ منجر به انتقال صنایع در جهت فعالیت‌های کارای انرژی بوده و در نتیجه، عامل اصلی کاهش شدت انرژی در صنایع تولیدی چین می‌باشند.

جیمنز و مرکادو<sup>۴</sup> (۲۰۱۴)، به بررسی رفتار شدت انرژی در کشورهای منطقه آمریکای لاتین طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۰ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بهبود کارایی عامل مهم کاهش شدت انرژی بوده و دگرگونی در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی منجر به تغییرات محسوسی در شدت انرژی نشده است. هم‌چنین درآمد سرانه، قیمت فراورده‌های نفتی، ترکیب انرژی‌ها، رانت منابع طبیعی و رشد تولید ناخالص داخلی عوامل تعیین کننده شدت انرژی و کارایی انرژی در منطقه معرفی شده‌اند.

لی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۳)، به ارزیابی اثر عوامل ساختار اقتصادی، ساختار مصرف انرژی و پیشرفت فناوری بر شدت انرژی سه منطقه چین پرداخته‌اند. نتایج رگرسیون پانلی نشان داده است که اگرچه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در مناطق مختلف یکسان نیست، اما تغییرات فناوری مهم‌ترین عامل تغییرات شدت انرژی می‌باشد و بهبود آن تأثیر به‌سزایی در بهبود کارایی انرژی خواهد داشت.

شهبازی و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی تأثیر اندازه‌ی دولت و حکمرانی خوب بر شدت مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک طی دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۲ پرداخته‌اند. نتایج با استفاده از رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) نشان داده است که فرضیه خطی بودن رابطه اندازه‌ی دولت و حکمرانی خوب با شدت مصرف انرژی رد شده و یک مدل دو رژیم‌ی با یک حد آستانه‌ای تأیید می‌شود. در رژیم اول متغیرهای اندازه‌ی دولت، حکمرانی خوب و جمعیت تأثیر منفی و معنی‌دار و متغیر ارزش افزوده بخش صنعت تأثیر

1. Stefanov et al
2. Kemfert et al
3. Zhang and Huang
4. Jimenez and Mercado
5. Li et al

مثبت و معنی‌داری بر شدت مصرف انرژی دارند. در رژیم دوم، پس از عبور از حد آستانه‌ای، متغیرهای اندازه‌ی دولت و ارزش افزوده بخش صنعت تأثیر مثبت و معنی‌دار و جمعیت و حکمرانی خوب، تأثیر منفی و معنی‌داری بر شدت مصرف انرژی دارند.

پورعبادالهان کویچ و همکاران (۱۳۹۴)، به تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی زیربخش‌های صنعتی ایران طی دوره زمانی ۹۱-۱۳۷۹ با استفاده از شاخص‌های لاسپیرز و دیویژیا<sup>۱</sup> پرداخته‌اند. مقایسه روش‌های تحلیل تجزیه شاخص نشان می‌دهد که نتایج تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در روش‌های شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI)، شاخص دیویژیای میانگین حسابی (AMDI) و شاخص تعمیم یافته فیشر (GFI) تقریباً یکسان بوده و تجزیه را بدون هیچ عامل باقیمانده‌ای انجام می‌دهند، در حالی که نتایج تجزیه شاخص لاسپیرز با مقادیر حقیقی تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد و منجر به ایجاد عامل باقیمانده می‌شود. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که در هر چهار روش مزبور، عامل اصلی افزایش مصرف انرژی، تغییرات اثر فعالیت و در نقطه مقابل، مهم‌ترین عامل کاهش مصرف انرژی، تغییرات اثر شدت انرژی است و تغییرات اثر ساختاری سهم ناچیزی در تغییرات مصرف انرژی داشته است.

گلی و اشرفی (۱۳۸۹)، به تجزیه رفتار شدت انرژی در ایران طی دوره زمانی ۸۵-۱۳۶۰ با استفاده از شاخص تجزیه ایده آل فیشر پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اثر ساختاری طی دوره مورد بررسی تقریباً ثابت بوده و اثر شدتی روندی صعودی داشته است. هم‌چنین روند حرکت اثر کل مشابه اثر شدتی بوده است و تأثیر اثر ساختاری بر آن قابل چشم‌پوشی می‌باشد.

#### ۴- نگاهی به وضعیت اقتصادی و نهادی کشورهای منتخب

با توجه به هدف مطالعه، نمونه‌ای از کشورها شامل انگلستان، آلمان، ژاپن، ترکیه، عربستان، چین، ایران و روسیه بر اساس شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی از جمله تولید ناخالص ملی، درآمد سرانه، درجه‌ی آزادی اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی گروه‌بندی شده‌اند. گروه اول؛ کشورهایی که از شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی بالایی برخوردارند. گروه دوم؛ کشورهایی که از نظر شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی در رده متوسط قرار می‌گیرند. گروه سوم؛ کشورهایی که شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی پایینی دارند و هم‌چنین نقش

1. Divisia

دولت در اقتصاد پررنگ است. لازم به ذکر است که در این بخش، برای صرفه جویی در مقاله، وضعیت شاخص‌های آزادی اقتصادی، کیفیت نهادی و شدت انرژی کشورهای مورد بررسی ارایه می‌شود.

#### ۴-۱- آزادسازی اقتصادی

آزادسازی اقتصادی یکی از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی توسعه یافتگی اقتصاد کشورهاست. از جمله مؤسسات با سابقه و معتبر در زمینه انتشار و رتبه‌بندی آزادی اقتصادی، هریتج است. بر اساس سنجش هریتج، درجه‌ی آزادی اقتصادی برای هر کشور، عددی بین ۰ تا ۱۰۰ است. هر چه درجه‌ی کشوری به عدد ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، اقتصاد آزادتری خواهد داشت<sup>۱</sup>. بدین ترتیب، با توجه به دسته‌بندی مؤسسه‌ی هریتج، کشورها در سه دسته کلی به صورت زیر قرار می‌گیرند:

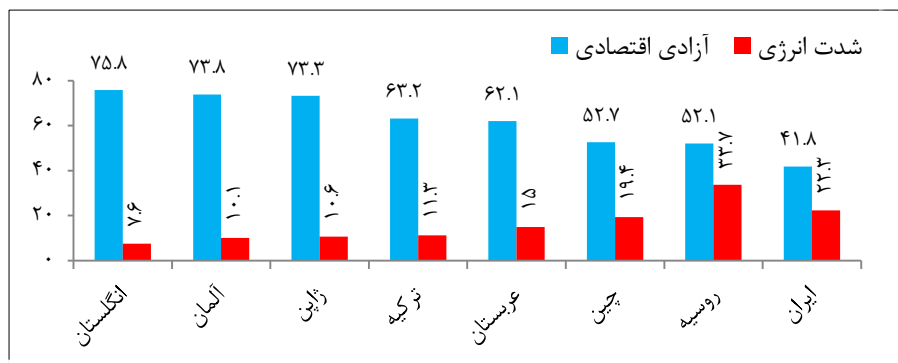
- کشورهایی که نمره آزادی اقتصاد آن‌ها بین ۷۰ تا ۱۰۰ باشد، اقتصادهای آزاد دارند.

- کشورهایی که نمره آن‌ها بین ۶۰ تا ۶۹ باشد، اقتصادهای متوسط آزاد دارند.

- کشورهایی که نمره اقتصادی آن‌ها بین ۰ تا ۵۹ باشد، اقتصادهای بسته دارند.

نمودار (۱)، وضعیت آزادی اقتصادی و شدت مصرف انرژی کشورهای مورد بررسی را در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کشورهای انگلستان، آلمان و ژاپن به ترتیب با دارا بودن درجه‌ی آزادی اقتصادی ۷۵/۸، ۷۳/۸ و ۷۳/۳ در رده اقتصادهای آزاد قرار دارند. هم‌چنین دو کشور عربستان و ترکیه به ترتیب با درجه‌ی آزادی اقتصادی ۶۳/۲ و ۶۲/۱، در رده اقتصادهای متوسط آزاد می‌باشند. کشورهای چین، روسیه و ایران نیز به ترتیب با درجه‌ی آزادی اقتصادی ۵۲/۷، ۵۲/۱ و ۴۱/۸ در رده اقتصادهای بسته قرار می‌گیرند.

۱. بر اساس دسته بندی بنیاد هریتج، کشورهایی که درجه‌ی آزادی اقتصادی بین ۰ تا ۴۹،۹ (اقتصاد کاملاً بسته)، بین ۵۰ تا ۵۹،۹ (اقتصاد تقریباً بسته)، بین ۶۰ تا ۶۹،۹ (اقتصاد متوسط آزاد)، بین ۷۰ تا ۷۹،۹ (اقتصاد عمدتاً آزاد) و بین ۸۰ تا ۱۰۰ (اقتصاد کاملاً آزاد) دارند.



نمودار ۱. آزادی اقتصادی و شدت انرژی کشورهای منتخب، ۲۰۱۵

\* دیتاهای شدت انرژی در ۱۰۰ ضرب شده‌اند.

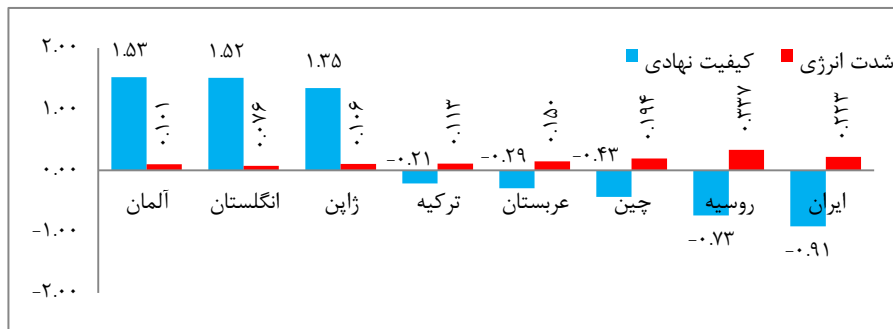
منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از داده‌های هریتج و IEA

با مقایسه درجه‌ی آزادی اقتصادی و شدت مصرف انرژی می‌توان دریافت که اقتصادهای آزادتر نسبت به اقتصادهای بسته به مراتب از سطوح شدت انرژی پایین‌تری برخوردارند، به طوری که تفاوت سطوح شدت انرژی بین این اقتصادها ۳ الی ۵ برابر است (نمودار ۱).

#### ۴-۲- کیفیت نهادی

اقتصاددانان نهادگرا، شاخص حکمرانی خوب را به‌عنوان معیاری که بتواند برای اندازه‌گیری شاخص کیفیت نهادی استفاده شود، معرفی کرده‌اند. شاخص حکمرانی خوب از میانگین ۶ زیر شاخص شامل حق اظهار نظر و پاسخگویی، ثبات سیاسی، اثر بخشی دولت، کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و کنترل فساد محاسبه می‌شود. شاخص‌های معرفی شده که سعی می‌کند تا حدودی سطح کیفیت نهادی سازمانی را نشان می‌دهند، در دامنه ۲/۵- (حاکمیت ضعیف) و ۲/۵ (حاکمیت قوی) نوسان دارند. نمودار (۲)، وضعیت حکمرانی خوب و شدت انرژی کشورهای مورد بررسی را در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شاخص حکمرانی خوب در کشورهای آلمان، انگلستان و ژاپن به ترتیب ۱/۵۳، ۱/۵۲ و ۱/۳۵ می‌باشد؛ به عبارت دیگر، سطوح کیفیت نهادی در این کشورها مثبت و بالاست. هم‌چنین شاخص حکمرانی در کشورهای روسیه، ایران و چین به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۹۱ و ۰/۴۳- است که نشان می‌دهد سطوح کیفیت نهادی منفی بوده و بسیار ضعیف است. علاوه بر آن، شاخص

حکمرانی دو کشور ترکیه و عربستان، اگرچه منفی است، اما نسبت به کشورهای روسیه، ایران و چین به مراتب سطوح کیفیت نهادی بهتری دارند.



نمودار ۲. کیفیت نهادی و شدت انرژی کشورهای منتخب، ۲۰۱۵

منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از داده‌های بانک جهانی و IEA

با مقایسه شاخص کیفیت نهادی و شدت مصرف انرژی می‌توان دریافت که هر چه سطوح کیفیت نهادی اقتصادها بالاتر باشد، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که اختلاف سطوح شدت انرژی به‌ویژه در اقتصادها با کیفیت نهادی بالا در مقایسه با سطوح کیفیت نهادی پایین‌تر، بسیار محسوس است (نمودار ۲).

## ۵- روش تحقیق

پس از وقوع اولین شوک نفتی دهه ۱۹۷۰، ضرورت توجه به کارایی انرژی به‌ویژه در کشورهای صنعتی و استفاده از روش تجزیه برای توضیح تغییرات شدت انرژی، موضوع اصلی مطالعات حوزه انرژی شده است. در روش تجزیه شاخص که بر پایه تئوری شاخص عددی است، تغییرات تجمعی شدت انرژی (اثر کل) به دو اثر ساختاری<sup>۱</sup> و کارایی<sup>۲</sup> تجزیه می‌شود. منظور از اثر ساختاری، تغییر در شدت انرژی ناشی از تغییر در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی است که سیاست‌های توسعه صنعتی، جابه‌جایی تقاضای مصرف‌کننده و اثر سیاست‌های کلان اقتصادی بر آن مؤثر هستند. اثر کارایی به تغییر شدت انرژی ناشی از تغییر در شدت خالص انرژی مستقل از ترکیب فعالیت‌های

1. Structural effect  
2. Efficiency effect

اقتصادی اشاره دارد که از طریق عواملی چون پیشرفت تکنولوژی، قیمت انرژی، تغییر کارایی انرژی و همچنین مدیریت تقاضای انرژی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. برای بسط ریاضی تجزیه شدت انرژی ابتدا فرم ضربی شاخص شدت انرژی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V_t = \frac{E_t}{Y_t} = \sum_i \left( \frac{E_{it}}{Y_{it}} \right) \left( \frac{Y_{it}}{Y_t} \right) = \sum_i I_{it} S_{it} \quad (1)$$

که در آن  $E_t$  کل مصرف انرژی در سال  $t$ ،  $E_{it}$  مصرف انرژی بخش  $i$  در سال  $t$ ،  $Y_t$  تولید ناخالص داخلی در سال  $t$ ،  $Y_{it}$  میزان فعالیت اقتصادی (تولید) در بخش  $i$  در سال  $t$  است. رابطه فوق، شدت انرژی کل ( $V_t$ ) را به صورت تابعی از شدت انرژی هر بخش ( $I_{it}$ ) و سهم بخشی از کل فعالیت اقتصادی ( $S_{it}$ ) تشریح می‌کند. فرض کنید طی دوره صفر تا دوره  $T$  مجموع تغییرات از  $V^0$  به  $V^T$  تغییر کند، در این صورت فرم کلی تجزیه ضربی دو عاملی<sup>۱</sup> به شکل زیر فرمول‌بندی می‌شوند:

$$D_{tot} = \frac{V^T}{V^0} = D_{str} \cdot D_{int} \cdot D_{rsd} \quad (2)$$

که  $D_{tot}$  بیانگر کل تغییرات شدت انرژی می‌باشد و  $D_{rsd}$  عبارت پسماند است که در روش‌هایی چون فیشر و دیویزیای میانگین لگاریتمی (LMDI) که تجزیه به طور کامل انجام می‌شود، برابر صفر است. هم‌چنین  $D_{str}$  نشان دهنده اثر ساختاری و تغییر ترکیب فعالیت اقتصادی و  $D_{int}$  بیانگر اثر بهبود کارایی می‌باشد. برای محاسبه مقدراری اثرات ساختاری و کارایی، محققان شاخص‌های مختلفی در قالب دو روش کلی، بر پایه شاخص لاسپیرز<sup>۲</sup> (شامل لاسپیرز، پاشه، شیلی-سان، مارشال-اجورث و ایده‌آل فیشر) بر پایه شاخص دیویزیای<sup>۳</sup> (شامل دیویزیای میانگین حسابی و دیویزیای میانگین لگاریتمی) معرفی کرده‌اند. در میان این شاخص‌های مختلف، شاخص ایده‌آل فیشر به دلیل قابلیت تجزیه کامل از مطلوبیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص از میانگین هندسی دو شاخص پاشه و لاسپیرز براساس روابط جدول ۱ محاسبه می‌شود.

۱. لازم به یادآوری است که از جهت تئوری، امکان تجزیه به بیش از دو اثر نیز وجود دارد اما، در عمل به دلیل پیچیدگی و محدودیت‌های موجود چندان مورد استفاده قرار نگرفته است (لوپز، ۲۰۰۶).

2. Laspeyres

3. Divisia

جدول ۱. شاخص‌های دو عاملی لاسپیرز، پاشه و فیشر در تجزیه شدت انرژی

اثر	لاسپیرز	پاشه	فیشر
ساختاری ( $D_{str}$ )	$L_{str} = \frac{\sum_i S_i^T I_i^0}{\sum_i S_i^0 I_i^0}$	$P_{str} = \frac{\sum_i S_i^T I_i^T}{\sum_i S_i^0 I_i^T}$	$F_{str} = \sqrt{L_{str} \cdot P_{str}}$
کارایی ( $D_{int}$ )	$L_{int} = \frac{\sum_i S_i^0 I_i^T}{\sum_i S_i^0 I_i^0}$	$P_{int} = \frac{\sum_i S_i^T I_i^T}{\sum_i S_i^T I_i^0}$	$F_{int} = \sqrt{L_{int} \cdot P_{int}}$

منبع: انگ و لیو، ۲۰۰۳

در رویکرد تجزیه با فرم ضربی، چنانچه اثر ساختاری محاسبه شده کوچک‌تر از واحد باشد، شاخص شدت انرژی کاهش یافته است و برعکس، اگر مقدار این اثر بزرگ‌تر از واحد باشد، بیانگر آن است که شدت انرژی افزایش یافته و در حقیقت ساختار فعالیت‌های اقتصادی بیشتر در جهت فعالیت‌های انرژی‌بر حرکت کرده است. هم‌چنین اگر اثر کارایی محاسبه شده بزرگ‌تر از واحد باشد، این اثر در جهت افزایش شدت انرژی عمل کرده و اگر کوچک‌تر از واحد باشد نشان دهنده کاهش شدت انرژی است. لازم به ذکر است که انتخاب دوره زمانی در تحلیل نتایج تجزیه اهمیت بسیاری دارد. تجزیه شدت انرژی می‌تواند به دو شکل تجزیه دو زمانه و سری زمانی باشد. روش دو زمانه نیاز به اطلاعات تنها دو دوره زمانی دارد و تغییرات شدت انرژی بین سال پایه و سال مقصد بدون در نظر گرفتن سال‌های میانی محاسبه می‌شود، اما در روش دوم به دلیل در نظر گرفتن اطلاعات تمامی سال‌ها، تحلیل تجزیه شدت انرژی به شکل دقیق‌تری صورت می‌گیرد که در این مطالعه از این رویکرد برای تجزیه و تحلیل بهره گرفته می‌شود.

#### ۶- نتایج تجربی تجزیه شاخص شدت انرژی کشورهای منتخب

در این بخش، نتایج مربوط به تجزیه شاخص شدت انرژی کشورهای منتخب با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر و با رویکرد سری زمانی ارائه می‌شود. لازم به ذکر است که دوره زمانی مورد بررسی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ و سال پایه ۱۹۹۰ در نظر گرفته شده است.

#### ۶-۱- تجزیه رفتار شدت انرژی در کشورهای انگلستان، آلمان و ژاپن

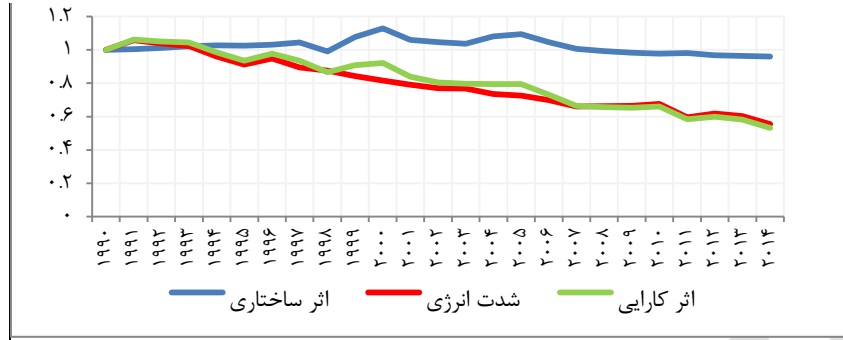
نمودارهای (۳)، (۴) و (۵) تجزیه رفتار شدت انرژی کشورهای انگلستان، آلمان و ژاپن را با استفاده از شاخص فیشر ایده‌آل طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ نشان می‌دهند.

همان طور که مشاهده می‌شود، روند شدت انرژی در انگلستان طی دوره مورد بررسی نسبت به سال پایه (۱۹۹۰) کاهشی بوده، به طوری که در سال ۲۰۱۴ تقریباً به ۰,۵۵ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. هم‌چنین بر اساس نمودار، اثر ساختاری طی سال‌های ۹۸-۱۹۹۴ بزرگ‌تر از واحد بوده و پس از آن به‌ویژه از سال ۲۰۰۰ به بعد به کمتر از واحد کاهش یافته و در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده است؛ به عبارت دیگر، از این سال به بعد، تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های کم انرژی بر بوده است. اثر کارایی نیز به‌ویژه از سال ۲۰۰۰ به بعد روند کاهشی دارد. در مجموع، تجزیه رفتار شدت انرژی انگلستان حاکی از آن است که دلیل کاهش بالای شدت انرژی انگلستان به‌ویژه پس از سال ۲۰۰۰، بهبود کارایی و تغییرات ساختاری به سمت فعالیت‌های کمتر انرژی بر می‌باشد.

تجزیه رفتار شدت انرژی آلمان نشان می‌دهد که روند شدت انرژی طی دوره بررسی نسبت به سال پایه کاهشی بوده، به طوری که در سال ۲۰۱۴ به حدود ۰,۶ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. هم‌چنین با وجود این که آلمان اقتصاد انرژی‌بری دارد، اما بهبود کارایی و هم‌چنین تغییرات ساختاری در جهت تعدیل و کاهش فعالیت‌های انرژی بر نسبت به سال پایه، به‌ویژه پس از سال ۲۰۰۰ اتفاق افتاده است. تجزیه رفتار شدت انرژی ژاپن نیز بیانگر آن است که روند شدت انرژی از سال ۲۰۰۰ به بعد نسبت به سال پایه کاهشی بوده، به طوری که در سال ۲۰۱۴ تقریباً به ۰,۸ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. در ژاپن نیز به‌ویژه از سال ۲۰۰۴ به بعد، هر دو اثر بهبود کارایی و تغییرات ساختاری در جهت کاهش شدت انرژی تقویت‌کننده یکدیگر بوده‌اند.

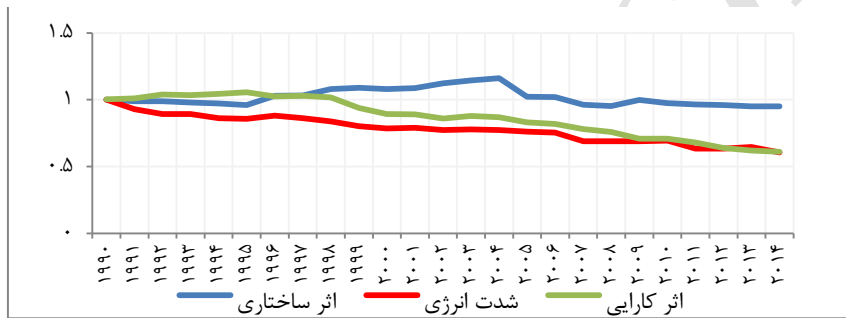
در مجموع، می‌توان گفت که در کشورهای انگلستان، آلمان و ژاپن که از درجه‌ی آزادی اقتصادی و کیفیت نهادی بالایی برخوردارند، دو اثر بهبود کارایی و تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های کمتر انرژی‌بر، تقویت‌کننده یکدیگر در جهت کاهش شدت انرژی هستند. لازم به ذکر است که این نتیجه در انگلستان نسبت به دو کشور آلمان و ژاپن محسوس‌تر است.





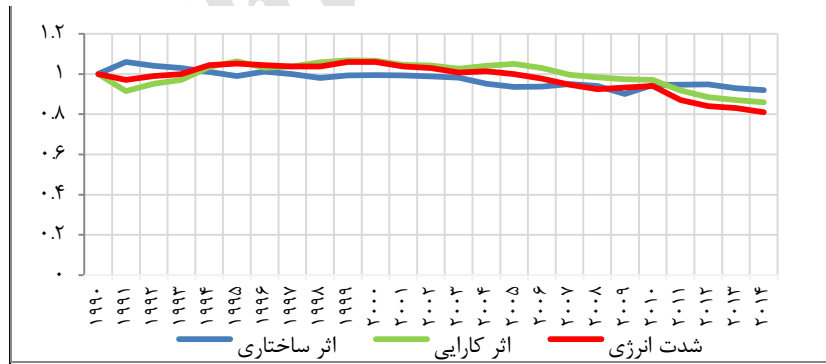
نمودار ۳. تجزیه رفتار شدت انرژی انگلستان

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۴. تجزیه رفتار شدت انرژی آلمان

منبع: یافته‌های تحقیق

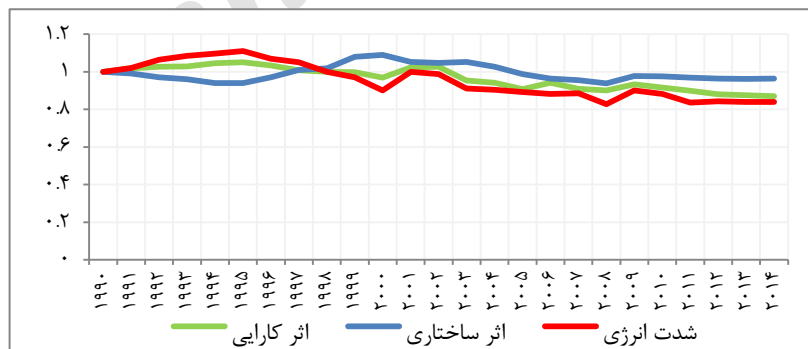


نمودار ۵. تجزیه رفتار شدت انرژی ژاپن

منبع: یافته‌های تحقیق

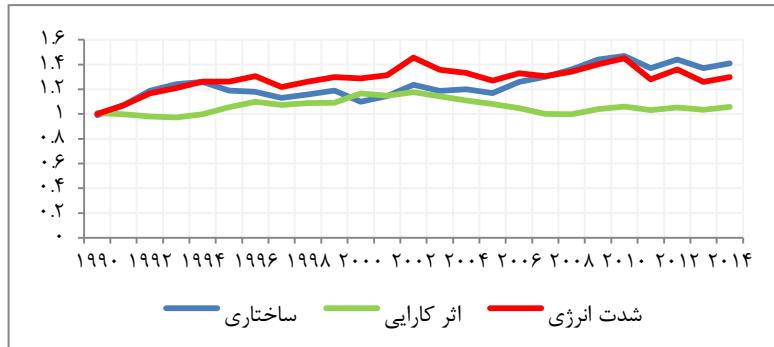
### ۵-۲- تجزیه رفتار شدت انرژی در کشورهای ترکیه و عربستان

نمودارهای (۶) و (۷)، تجزیه رفتار شدت انرژی ترکیه و عربستان را با استفاده از شاخص فیشر ایده‌آل طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود، شدت انرژی در ترکیه طی سال‌های ۱۹۹۰-۹۶ افزایشی بوده، که دلیل اصلی آن عدم کارایی است. از سال ۱۹۹۹ به بعد، به‌جز سال‌های ۲۰۰۰-۰۲، اثر کارایی روند کاهشی یافته و به‌ویژه از سال ۲۰۰۳ به بعد، بهبود کارایی انرژی نسبت به سال پایه مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است از سال ۲۰۰۴ به بعد، حرکت تغییرات ساختاری نیز در جهت کاهش شدت انرژی بوده است. از جمله مهم‌ترین دلایل بهبود شدت انرژی در ترکیه، آزادسازی قیمت‌های انرژی و انطباق سیاست‌های انرژی ترکیه با اتحادیه اروپا است. تجزیه رفتار شدت انرژی عربستان نشان می‌دهد که روند شدت انرژی طی دوره بررسی نسبت به سال پایه افزایشی بوده است. اثرات ساختاری و کارایی تا قبل از سال ۲۰۰۰ همراستا با یکدیگر و در جهت افزایش شدت انرژی حرکت کرده‌اند. از سال ۲۰۰۴ به بعد هر چند بهبود کارایی انرژی در عربستان نسبت به سال پایه اتفاق افتاده، اما تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های انرژی‌بر، اثر کاهشی شدت انرژی را خنثی کرده و در نهایت شدت انرژی نسبت به سال پایه افزایش یافته است، به‌طوری که در سال ۲۰۱۴ حدود ۱,۳ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان گفت که کشورهای ترکیه و عربستان که از نظر درجه‌ی آزادی اقتصادی و کیفیت نهادی در رده متوسط قرار دارند، رفتار شدت انرژی متفاوتی دارند، به‌طوری که در ترکیه در بیشتر سال‌ها، کارایی در مصرف انرژی وجود دارد، درحالی‌که در عربستان عدم کارایی اثر غالب است.



نمودار ۶. تجزیه رفتار شدت انرژی ترکیه

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۷. تجزیه رفتار شدت انرژی عربستان

منبع: یافته‌های تحقیق

### ۵-۳- تجزیه رفتار شدت انرژی در کشورهای ایران، چین و روسیه

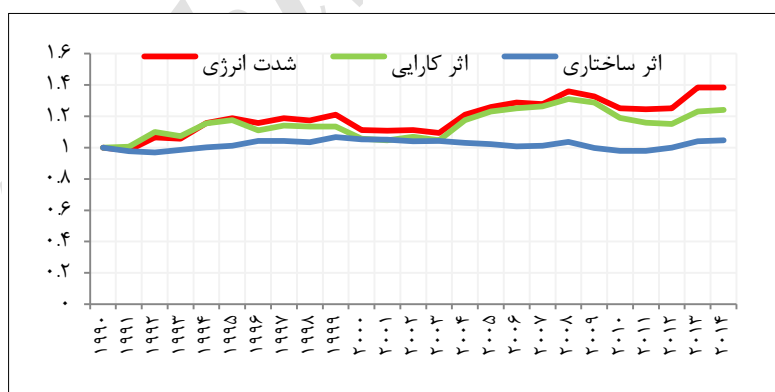
نمودارهای (۸)، (۹) و (۱۰)، تجزیه رفتار شدت انرژی ایران، روسیه و چین را با استفاده از شاخص فیشر ایده‌آل طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۵ نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود، شدت انرژی در ایران طی دوره مورد بررسی نسبت به سال پایه به جز سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۳ و ۲۰۰۹-۲۰۱۱ افزایشی بوده است. هم‌چنین اثر ساختاری نسبت به سال پایه تغییرات چندانی نداشته است، اما اثر کارایی نیز همراستا با شدت انرژی تغییر کرده است؛ به عبارت دیگر، می‌توان روند افزایشی شدت انرژی در ایران نسبت به سال پایه را در عدم کارایی انرژی جستجو کرد. لازم به ذکر است که دلیل روند کاهشی شدت انرژی در ۱۹۹۹-۲۰۰۳، حرکت تغییرات هر چند کوچک ساختاری و کارایی در جهت کاهش شدت انرژی بوده است. هم‌چنین طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۱، همراه با اجرای سیاست هدفمندی یارانه‌ها در ایران، شدت انرژی کاهش ملامی را تجربه کرده، اما دوباره روند افزایشی داشته است، به طوری که در سال ۲۰۱۴ نسبت به سال پایه به حدود ۱,۳۸ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است.

تجزیه رفتار انرژی روسیه نیز نشان می‌دهد که روند شدت انرژی طی دوره بررسی نسبت به سال پایه کاهشی بوده، به طوری که در سال ۲۰۱۴ حدود ۰,۷ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. در بررسی جزئی‌تر مشاهده می‌شود که اثر کارایی هر چند از سال ۱۹۹۹ به بعد، در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده است، اما همواره بالاتر از سال پایه قرار دارد و به عبارتی عدم کارایی را نشان می‌دهد. اگرچه اثر ساختاری از سال

۲۰۰۵ به بعد همراستا با شدت انرژی بوده و به عبارتی دلیل اصلی کاهش شدت انرژی روسیه در این دوره تغییرات ساختاری می‌باشد.

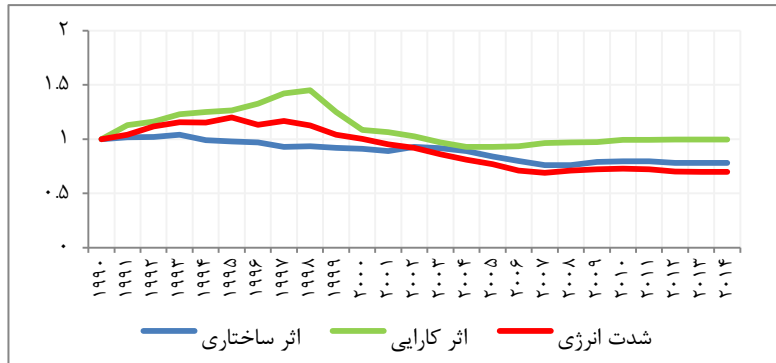
تجزیه رفتار شدت انرژی چین طی دوره مورد بررسی بیانگر آن است که روند شدت انرژی چین طی دوره بررسی نسبت به سال پایه کاهشی بوده، به طوری که در سال ۲۰۱۴ حدود ۰,۳۵ کیلوگرم نفت خام به GDP رسیده است. با بررسی جزئی‌تر می‌توان گفت که با توجه به این که اثر ساختاری در طول زمان تغییرات محسوسی را نشان نمی‌دهد، بنابراین روند کاهشی شدت انرژی در چین به طور عمده به دلیل اثر کارایی است، که همراستا با اثر کل (شدت انرژی) حرکت می‌کند. دلیل اصلی بهبود کارایی انرژی در این کشور ناشی از اعمال سیاست‌های سختگیرانه در جهت صرفه‌جویی انرژی و استفاده از فناوری‌های کم انرژی‌بر و پاک می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت که کشورهای ایران، روسیه و چین که از نظر درجه‌ی آزادی اقتصادی و کیفیت نهادی در رده پایین قرار دارند، رفتار شدت انرژی متفاوتی دارند، به طوری که شدت انرژی در ایران طی دوره مورد بررسی نسبت به سال پایه افزایش یافته و عدم کارایی اثر غالب در توضیح این رفتار است. شدت انرژی روسیه نیز نسبت به سال پایه، روند کاهشی داشته، که با توجه به مشهود بودن عدم کارایی می‌توان گفت که دلیل اصلی این روند کاهشی، اثر ساختاری است؛ اما در چین که کاهش محسوس شدت انرژی نسبت به روسیه اتفاق افتاده (به‌ویژه از سال ۲۰۰۰ به بعد)، اثر کارایی اثر غالب در توضیح این رفتار است.



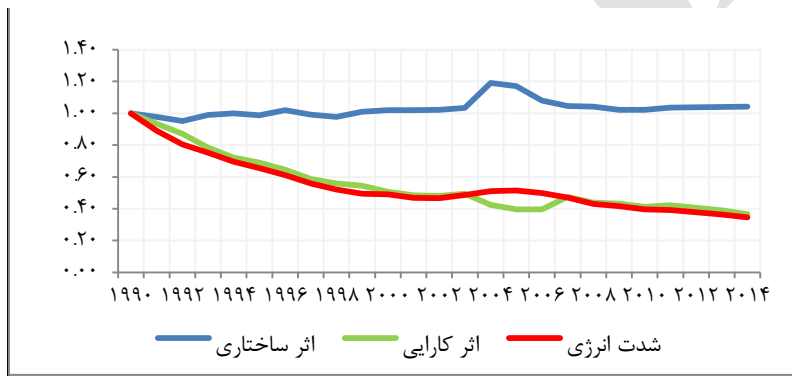
نمودار ۸. تجزیه رفتار شدت انرژی ایران

منبع: نتایج تحقیق



نمودار ۹. تجزیه رفتار شدت انرژی روسیه

منبع: نتایج تحقیق



نمودار ۱۰. تجزیه رفتار شدت انرژی چین

منبع: نتایج تحقیق

## ۶- بحث و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق، بررسی عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی ایران و کشورهای منتخب طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۵ با استفاده از رویکرد تجزیه و با تمرکز بر نقش زیرساخت‌های اقتصادی و نهادی است. بدین منظور، نمونه‌ای از کشورها (شامل انگلستان، آلمان، ژاپن، ترکیه، عربستان، چین، ایران و روسیه) بر اساس شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی گروه‌بندی شده‌اند. گروه اول؛ کشورهایی که از شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی بالایی برخوردارند. گروه دوم؛ کشورهایی که از نظر شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی در رده متوسط قرار می‌گیرند.

گروه سوم؛ کشورهایی که شاخص‌های کلان اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی پایینی دارند و هم‌چنین نقش دولت در اقتصاد پررنگ است. به‌طور خاص، مطالعه حاضر به دنبال آن است که بسته به شاخص‌های کلان اقتصادی و کیفیت نهادی، شخص عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی در گروه کشورهای همگن در جهت کارایی بوده است یا در جهت تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی؟

تحلیل وضعیت شاخص‌های کلان اقتصادی- نهادی و شدت انرژی در کشورهای مورد بررسی نشان می‌دهد که کشورهایی که از درجه‌ی آزادی اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی بالاتری برخوردارند نسبت به کشورهایی که از نظر آزادی اقتصادی و سطوح کیفیت نهادی پایین‌تر هستند، به مراتب سطوح شدت مصرف انرژی کمتری دارند، به‌طوری که تفاوت سطوح شدت انرژی بین این دو گروه از کشورها ۲ الی ۵ برابر است. به‌عبارت دیگر، می‌توان گفت که هر چه اقتصادها آزادتر و سطوح کیفیت نهادی بالاتر باشد، سطوح شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. این نتیجه با مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی سازگاری دارد.

نتایج حاصل از تجزیه تغییرات شدت انرژی با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر نشان می‌دهد در کشورهای گروه اول (آلمان، انگلستان و ژاپن)، عامل اصلی هدایت‌کننده تغییرات شدت انرژی، بهبود کارایی بوده است. البته از سال ۲۰۰۰ به بعد، تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های کمتر انرژی‌بر، نیز اثر بهبود کارایی را تقویت کرده است. در کشورهای گروه دوم (ترکیه و عربستان) و گروه سوم (ایران، روسیه و چین) رفتار شدت انرژی متفاوت است. در ترکیه در بیشتر سال‌ها، بهبود کارایی در مصرف انرژی به‌عنوان اثر غالب در توضیح تغییرات شدت انرژی بوده، که دلیل اصلی آن را می‌توان در اعمال سیاست‌های مدیریت انرژی منطبق با اتحادیه اروپا جستجو کرد. اما در عربستان تغییرات ساختاری در جهت فعالیت‌های انرژی‌بر، اثر بهبود کارایی را خنثی کرده و در نهایت شدت انرژی نسبت به سال پایه افزایش یافته است. هم‌چنین در دو کشور روسیه و ایران، عامل اصلی توضیح تغییرات شدت انرژی، عدم کارایی است، اما در کشور چین، بهبود کارایی هدایت‌کننده اصلی کاهش شدت انرژی نسبت به سال پایه می‌باشد. دلیل اصلی بهبود کارایی انرژی در چین ناشی از اعمال سیاست‌های سختگیرانه در جهت صرفه جویی انرژی و استفاده از فناوری‌های کم انرژی‌بر و پاک می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، هر چند نقش شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی به‌عنوان عامل مهم اثرگذار در هدایت تغییرات شدت انرژی در جهت بهبود کارایی تأیید شده است، اما توجه به سیاست‌های مدیریت مصرف انرژی نیز تا حدود زیادی می‌تواند

تعیین کننده باشد؛ زیرا تجربه کشورهای ترکیه و چین که از نظر شاخص‌های کلان اقتصادی و نهادی در سطوح پایین‌تری هستند نشان می‌دهد که با اعمال سیاست‌های مدیریت انرژی مستمر نیز می‌توان به بهبود کارایی در مصرف انرژی و در نتیجه کاهش محسوس شدت انرژی دست یافت؛ بنابراین با تمرکز بر نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود دولت‌ها با بهره‌مندی از تجارب کشورهای مذکور، سیاست‌های مدیریت انرژی مستمر را در راستای بهبود کارایی انرژی اتخاذ کنند و همچنین با اعمال سیاست‌های مناسب در راستای آزادسازی اقتصادی و فشارهای رقابتی ناشی از آن، انگیزه‌های لازم را برای بنگاه‌ها جهت دسترسی به مزیت نسبی و استفاده کارا از منابع انرژی فراهم آورند. در این راستا، با تقویت کیفیت نهادی و مشارکت با نهادهای مدنی، توان تأثیرگذاری این سیاست‌ها را در حوزه انرژی افزایش دهند.

#### منابع

۱. پورعبادالهیان کویچ، محسن، پناهی، حسین، شهبازی هومونلو، شهریار و صالحی ابر، خدیجه (۱۳۹۴). تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در زیربخش‌های صنعتی ایران: مقایسه روش‌های لاسپیرز و دیویژیا. فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، شماره ۴، ۷۰-۴۹.
۲. شهبازی، کیومرث، صمد حکمتی، فرید و رضایی، هادی (۱۳۹۴). بررسی تأثیر اندازه‌ی دولت و حکمرانی خوب بر شدت مصرف انرژی: مطالعه‌ی موردی کشورهای عضو اوپک. فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال دوم، شماره ۴، ۴۸-۲۳.
۳. گلی، زینت و اشرفی، یکتا (۱۳۸۹). بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران. فصلنامه‌ی پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۵۴، ۵۴-۳۵.
4. Afonso, A., & Jalles, T. (2011). Economic Performance and Government Size, EXB Working Paper Series, No1399.
5. Aschauer, D. A. (1989a). Does Public Capital Crowd Out Private Capital?, *Journal of Monetary Economics*, 24: 171-188.
6. Aschauer, D. A. (1989b). It is Public Expenditure Productive , *Journal of Monetary Economics*, 23:177-200.
7. Aschauer, D. A. (1989c). Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven, *Economic Perspectives*, 13: 17-25.
8. Baldacci, E., Hillman, A.L., & Kojo, N.C. (2004). Growth Governance and Fiscal Policy Transmission in Low-Income Countries, *European Journal of Political Economy*, 20(3): 517-549.

9. Cole, M. A. (2006). Does Trade Liberalization Increase National Energy Use?, *Economics Letters*, 92(1): 108-112.
10. Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Liu, H., & Tao, Q. (2004). What is Driving China's Decline in Energy Intensity?, *Resource and Energy Economics*, 26(1): 77-97.
11. Gitahi, N., Charles, O. S., & Nelson, W. (2014). Impact of Government Expenditure on Private Investment in Kenya. *Research Journal of Economics*, 2(8): 1-19.
12. Grossman, G., & Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment, *Quarterly Journal of Economics*, 110: 353-377.
13. Hubler, M. (2009). Energy Saving Technology Diffusion via FDI and Trade: A CGE Model of China, Working Papers No.1479, Kiel Institute for the World Economy.
14. International Energy Agency (IEA), (2009). *World Energy Outlook 2009*.
15. International Energy Agency (IEA), (2015). *Energy and Climate Change, World Energy Outlook Special Report*.
16. Jollands, N., Heffner, G., Pasquier, S. B., Saussay, A. (2011). *Energy Efficiency Governance, IEA study Report*.
17. Jollands, N., & Ellis, M. (2009). *Energy Efficiency Governance: An Emerging Priority, European Council for an Energy-Efficient Economy (ECEEE)*.
18. Kaldor, N. (1978). *Further Essays on Economic Theory*, London, Duckworth.
19. Lewis, W. A. (1980). the Slowing Down of the Engine of Growth. *American Economic Review*, 70(4): 64-555.
20. Kinoshita, Y. (2001). R&d and Technology Spillovers via FDI: Innovation and Absorptive Capacity, Working Papers at the University of Michigan.
21. Li, K., & Boqiang, L. (2015). Impacts of Urbanization and Industrialization on Energy Consumption/CO2 Emissions: Does the Level of Development Matter?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52: 1107-1122.
22. Lu, M-J, Lin L., C. Y., & Chen, S. (2015). *The Effects of-Energy-Policies-on-Energy-Consumption-in-China*, Working Paper, University of California.
23. Medlock, K., & Soligo, R. (2001). Economic Development and End-Use Energy Demand, *The Energy Journal*, 22(2):77-105. 7.
24. Price, L., Wang, X., & Yun, J. (2010). The challenge of reducing energy consumption of the Top-1000 largest industrial enterprises in China, *Energy Policy*, 38(11): 6485-6498.
25. Sbia, R., Shahbaz, M., & Hamid, H. (2014). A Contribution of Foreign Direct Investment, Clean Energy, Trade Openness, Carbon Emissions and Economic Growth to Energy Demand in UAE, *Economic Modelling*, 36: 191-197.



26. Shahbaz, M., Nasreen, S., & Afza, T. (2014). Environmental Consequences of Economic Growth and Foreign Direct Investment: Evidence from Panel Data Analysis. *Bull Energy Econ.* 2:14–27.
27. Shahbaz, M., Nasreen, S., Ling, C. H., & Sbia, R. (2014). Causality between Trade Openness and Energy Consumption: What Causes what in High, Middle and Low Income Countries. *Energy Policy*, 70: 126-143.
28. Stefanov, R., Valentina, N., & Dyulgerov, A. (2011). Energy and Good Governance in Bulgaria Trends and Policy Option, Center for the Study of Democracy, ISBN 978-954-477-167-6.
29. Wang, J., & Blostrom, M. (1992). Foreign Investment and Technology Transfer: A Simple Model, *European Economic Review*, 36: 137-155.
30. Wing, S. I. (2008). Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy. *Resource and Energy Economics*, 30: 21–40.
31. Wood, A. (1999). Demystifying Good Governance: An Overview of World Bank Governance Reforms and Conditions Trocaire, 1-42.
32. Zhang, F., & Huang, K. (2017). The Role of Government in Industrial Energy Conservation in China: Lessons from the Iron and Steel industry, *Energy for Sustainable Development*, 39: 101-114.

Archive of SID