تحقیقات اقتصادی / دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴ / ص ۲۰-۱

بررسی شدت انرژی در کشورهای نفتی و غیرنفتی

علیرضا اقبالی[1*]، ریحانه گسکری[2]، مهدیس مرادی[3]، هادی پرهیزی[4]

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه پیام‌نور areghbali@yahoo.com

۲. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان rgaskari@gmail.com

۳. کارشناس ارشد توسعهٔ اقتصادی moradi.mhds@gmail.com

۴. کارشناس ارشد توسعهٔ اقتصادی hadi9131@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۹

چکیده

شاخص شدت انرژی بیانگر میزان مصرف حامل‌های انرژی به ازای یک واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) است. با توجه به نقش و اهمیت شدت انرژی، در این مقاله به بررسی تأثیر متغیرهای قیمت انرژی (نفت)، تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، جمعیت، مساحت سرزمین، و بهره‌وری در شماری از کشورهای نفتی و غیرنفتی با استفاده از مدل اقتصادسنجی داده‌های پانل طی سال‌های ۱۹۸۵ ـ ۲۰۰۹ پرداخته شد. برای محاسبهٔ متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید از شاخص مالم کوئیست استفاده و آمار پارامتریک و ناپارامتریک در این مطالعه تلفیق شد. نتایج حاکی از آن است که در هر دو گروهِ مورد بررسی متغیرهای جمعیت و مساحت سرزمین رابطهٔ مثبت و معناداری با شدت انرژی دارد و متغیر تولید ناخالص داخلی نیز رابطهٔ منفی با شدت انرژی دارد. متغیر نرخ ارز در کشورهای نفتی رابطهٔ مثبت، اما در کشورهای غیرنفتی رابطهٔ منفی با شدت انرژی دارد.

طبقه‌بندی JEL: O33, Q40, C59

واژگان کلیدی: بهره‌وری، تولید ناخالص داخلی، داده‌های پانل، شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت نفت.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۷۲۰۶۸۵۶

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

انرژی، به منزلهٔ یکی از عوامل مهم تولید، در کنار عواملی چون کار، سرمایه، و مواد اولیه نقش مهمی در حیات اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. به‌رغم گسترش روزافزون تقاضای انرژی در جهان، همچنان توجه به سمت انرژی‌های فسیلی و، به‌ویژه، نفت معطوف مانده و رغبت چندانی به استفاده از انرژی‌های جایگزین- به دلیل هزینهٔ تولید بالا و خطرهای احتمالی که در مصرف برخی از انواع انرژی، مانند انرژی هسته‌ای، وجود دارد- دیده نمی‌شود. کمیابی سوخت‌های فسیلی، از یک سو، و مشکلات زیست‌محیطی و تغییرات آب و هواییِ ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، از سوی دیگر، ضرورت به‌کارگیری راهکارهای میان‌مدت و بلندمدت را به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی خاطرنشان می‌سازد. یکی از شاخص‌های استراتژیک شدت انرژی[1] است؛ این شاخص امروزه در کشورهای توسعه‌یافته برای بررسی افزایش کارایی انرژی هم از نظر کاهش وابستگی به خارج و هم از نظر کنترل تبعات آب و هوایی مصرف بالای انرژی در داخل استفاده می‌شود (بومان[2]، ۲۰۰۸). برآورد شدت انرژی می‌تواند به کشورها، به‌ویژه کشورهای تولیدکنندهٔ نفت، مثل ایران، که به انرژی به منزلهٔ کالای مصرفی، نهادهٔ تولیدی، و بزرگ‌ترین منبع درآمد ارزی کشور نگریسته می‌شود، در جهت دستیابی به پیش‌بینی‌های دقیق‌ترِ مصرف انرژی و نیز برنامه‌ریزی بهتر به لحاظ سیاسی و اقتصادی یاری رساند. این مقاله به بررسی شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن در دو گروه کشورهای نفتی- شامل ۲۱ کشور بزرگ تولیدکنندهٔ نفت در جهان- و کشورهای غیرنفتی- شامل ۲۱ کشور در حال گذار، که اقتصادشان وابستگی کمتری به نفت دارد- در بازهٔ زمانی ۱۹۸۵ ـ ۲۰۰۹ می‌پردازد. با توجه به ماهیت داده‌ها و مزایای داده‌های پانل از روش اقتصادسنجی داده‌های پانل برای برآورد مدل استفاده شد. هدف اصلی این تحقیق آزمون فرضیه‌های ذیل است:

۱. میان شدت انرژی و قیمت انرژی (نفت) رابطهٔ منفی وجود دارد.

۲. میان شدت انرژی و بهره‌وری کل عوامل تولید رابطهٔ منفی وجود دارد.

در این مطالعه، پس از مقدمه، مبانی نظری تحقیق ارائه شده است. در بخش سوم

1. Energy intensity
2. Baumann

Archive of SID

www.SID.ir

شماری از مطالعات انجام‌گرفته در زمینهٔ موضوع تحقیق در خارج و داخل کشور بیان شده است. در بخش چهارم، پس از معرفی متغیرهای تحقیق، مدل پیشنهادی شدت انرژی ارائه و برآورد شده است. در بخش پنجم نیز نتایج حاصل از تحقیق مطرح شده است.

۲. ادبیات تحقیق

شدت انرژی شاخصی کلی از بازده انرژی است و میزان انرژی‌بری هر کشور را نشان می‌دهد. مؤسسات بین‌المللی گوناگون مانند آژانس بین‌المللی انرژی[۱] و بخش امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل متحد[۲] این شاخص را یکی از شاخص‌های انرژی برای توسعهٔ پایدار معرفی کرده‌اند. شدت انرژی دیدگاهی دربارهٔ کارایی مصرف انرژی در یک جامعه فراهم می‌نماید که به واسطهٔ آن می‌توان به روند تغییر کارایی مصرف انرژی در سال‌های مختلف پی برد. همتی (۱۳۸۳) شدت انرژی را چنین تعریف می‌کند: میزان مصرف انرژی (اولیه[۳] یا نهایی[۴]) برای حصول یک واحد تولید ناخالص داخلی، که عمدتاً به واحد بشکهٔ نفت خام به میلیون ریال بر حسب قیمت‌های داخلی محاسبه می‌شود. بنابراین، شدت انرژی میزان مصرف حامل‌های انرژی به ازای یک واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) است.[۵]

این شاخص عمدتاً تحت تأثیر دو عامل قرار می‌گیرد: مصرف انرژی؛ میزان تولید، یعنی:

$$E = f(ED, GDP) \qquad (۱)$$

ED: مصرف انرژی، GDP: تولید ناخالص داخلی.

---

1. International Energy Agency
2. Economic and Social Council of the United Nations

۳. نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ، و الکتریستهٔ اولیهٔ تولیدشده در نیروگاه‌های آبی و هسته‌ای به همراه الکتریستهٔ تولیدشده از زمین گرمایی انرژی خورشیدی، امواج و باد و جزر و مد انرژی اولیهٔ تجاری را تشکیل می‌دهند (همتی، ۱۳۸۳).

۴. انرژی نهایی بیانگر مصرف انرژی توسط آخرین مصرف‌کننده در بخش‌های مختلف است. بخش‌های نهایی مصرف شامل بخش خانگی، تجاری، خدمات عمومی، حمل و نقل، کشاورزی، صنعتی، صنایع پتروشیمی، و سایر موارد است (همتی، ۱۳۸۳).

۵. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص شدت انرژی را می‌توان هم بر حسب واحدهای فیزیکی و هم بر حسب واحدهای پولی محاسبه کرد. عموماً شاخص‌هایی که در واحدهای پولی محاسبه می‌شوند برای بررسی کارایی انرژی در سطوح کلان به‌کار می‌روند، در صورتی که واحدهای فیزیکی بیشتر در شاخص‌های سطوح زیربخشی استفاده می‌شوند. مقدار فیزیکی شدت انرژی از حاصل تقسیم میزان انرژی صرف‌شده (مثلاً بر حسب واحد ژول) به محصول تولیدشده (مثلاً به واحد لیتر یا تن) محاسبه می‌شود. با این حال، معمولاً استفاده از معیار شدت انرژی فیزیکی در سطوح کلان به دلیل عدم تجانس محصولات مختلف و جمع‌ناپذیری فیزیکی آن‌ها مرسوم نیست و اصولاً واحدهای پولی برای اندازه‌گیری محصول به‌کار می‌رود. بنابراین، معیار شدت انرژی در این حالت اقتصادی (و نه فیزیکی) خواهد بود که همان مقدار مصرف انرژی (بر حسب میلیون بشکه نفت خام) به تولید ناخالص داخلی (بر حسب میلیارد دلار) است. مندلوک و همکاران[1] (۲۰۱۰) بر این مسئله تأکید می‌ورزند که شاخص شدت انرژی، که مبنای پولی دارد و نسبت به سایر شاخص‌ها از آن برای بررسی کارایی انرژی بیشتر استفاده شده است، کارایی انرژی را به‌خوبی می‌سنجد و، علاوه بر آن، این شاخص را می‌توان در سطوح مختلفی مانند سطح یک فعالیت یا صنعت، سطوح منطقه‌ای و ملی، یا یک سطح جهانی برآورد کرد. برای مقایسهٔ جهانی شدت انرژی ارزش تولید و ارزش افزوده را به دو طریق می‌توان محاسبه کرد:

۱. نرخ ارز، که نتایج دستخوش ناپایداری و بی‌ثباتی زیاد ناشی از نوسانات اقتصادی است و، به علت مداخلهٔ دولت‌ها در بازار ارز برای تضعیف یا تقویت پول ملی، معیار چندان مناسبی نیست؛ ۲. شاخص برابری قدرت خرید، محاسبهٔ تولید ناخالص داخلی بر مبنای برابری قدرت خرید نشان می دهد که قدرت خرید تولید ناخالص داخلی بر اساس سطح عمومی قیمت‌ها در هر کشور در مقایسه با سطح عمومی قیمت‌ها در ایالات متحدهٔ امریکا به چه میزان است. استفاده از این شاخص موجب می‌شود که تبدیل درآمدها به دلار از تأثیر بی‌ثباتی‌های نرخ ارز بازار در طول زمان دور شود و تفاوت‌های سطوح قیمت در کشورها حذف شود (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران). در این مطالعه برای محاسبهٔ تولید ناخالص داخلی از شاخص برابری قدرت خرید استفاده شد. کشورهایی که به ذخایر

1. Mendiluce et al.

Archive of SID

www.SID.ir

عظیم انرژی ملی خود در فعالیت‌های اقتصادی تکیه دارند ممکن است شدت انرژی نسبتاً زیادی داشته باشند و بتوانند صنایع عمدتاً انرژی‌بر خود را با مصرف انرژی زیاد و با بهره‌بردن از منابع در دسترس طبیعی اداره کنند. قیمت‌های کم یا نامتعارف برای انرژی، در حالت کلی، با شدت زیاد انرژی همبستگی مثبت دارد. چنانچه شاخص کل قیمت انرژی افزایش یابد، با فرض ثابت‌بودن قیمت سایر عوامل تولید مصرف آن کاهش می‌یابد. اما، چنانچه در مجموعه حامل های انرژی فقط قیمت یکی از حامل ها افزایش یابد، یا افزایش آن بیش از سایر حامل ها باشد، آنگاه مقداری از اثر افزایش قیمت این حامل توسط جانشینی سایر حامل‌ها جبران خواهد شد. میزان این جانشینی بستگی به این امر دارد که از نظر تکنیکی تا چه حد سایر حامل ها بتوانند جانشین آن شوند و مدت زمان این تعدیل چقدر باشد. بنابراین، افزایش قیمت، از یک سو، باعث جانشینی سایر حامل‌های انرژی‌زا به جای آن می‌شود و، از سوی دیگر، در کوتاه‌مدت باعث افزایش هزینه‌های تولید خواهد شد و میزان تولید کاهش خواهد یافت. در بلندمدت نیز افزایش هزینه‌ها به توان جایگزینی سایر نهاده‌ها و حامل‌ها بستگی خواهد داشت. چنانچه قابلیت جایگزینی وجود داشته باشد، مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان به جایگزینیِ منابع انرژی رقیب اقدام می‌کنند. در این صورت، تقاضا برای منابع انرژی رقیب افزایش و، به دنبال آن، هزینهٔ تولید منابع رقیب برای عرضهٔ بیشتر در بازار افزایش می‌یابد (عمادزاده و همکاران، ۱۳۸۲). پیندیک[1] (۱۹۷۹)، در نظریات خود، انرژی را یکی از عوامل تولید می‌داند و میزان اثر تغییر قیمت انرژی بر رشد اقتصادی را وابسته به کشش جانشینی بین انرژی و سرمایه و همچنین عرضهٔ نیروی کار می‌داند. وی با مشتق‌گرفتن از تابع هزینهٔ ترانسلوگ[2] بین تغییرات انرژی با کشش جانشینی سرمایه و کار با انرژی و سهم هزینه‌های هر یک از عوامل تولید رابطه‌ای برقرار می‌کند. یکی از حالاتی که افزایش قیمت انرژی به کاهش تولید منجر می‌شود زمانی است که کشش جانشینی بین سرمایه و انرژی صفر و عرضهٔ نیروی کار ثابت باشد. اغلب تحقیقات انجام‌یافته نشان می‌دهد که کشش جانشینی بین سرمایه و انرژی و همچنین کار و انرژی در بلندمدت مثبت است. به عبارت دیگر، نهاده‌های سرمایه

1. Pindyck
2. Translog Cost Function

Archive of SID

www.SID.ir

و کار جانشین انرژی‌اند. برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که کار و سرمایه در کوتاه‌مدت مکمل انرژی‌اند، زیرا در کوتاه‌مدت از نظر تکنولوژیکی امکان جایگزینی کمتری وجود دارد. در هر صورت، افزایش قیمت یک حامل، از یک سو، باعث جانشینی سایر حامل‌های انرژی به جای آن می‌شود و از سوی دیگر، باعث افزایش شاخص قیمت انرژی می‌شود و جانشینی نهاده‌های کار و سرمایه به جای انرژی را به دنبال خواهد داشت. با افزایش قیمت انرژی، اگر به‌کارگیری سایر عوامل تولید افزایش یابد یا حتی ثابت بماند، به دنبال افزایش هزینه‌های تولید و کاهش سطح تولید، بهره‌وری سایر عوامل تولید کاهش خواهد یافت. تفاوت‌های جمعیتی و جغرافیایی (اندازهٔ زمین، فاصلهٔ بین شهرها، تراکم جمعیت، آب و هوا و ...) و خصوصیات اجتماعی و فرهنگی (مثلاً، میانگین اندازهٔ مسکن، خانه‌های تک‌فامیلی بزرگ، و اندازهٔ اتومبیل‌ها) باید عامل‌های اضافی تأثیرگذار بر شدت انرژی درنظر گرفته شود (سیف، ۱۳۸۷). اصولاً توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی با افزایش سطح فعالیت‌ها در فرایندهای تولیدی و عرضهٔ کالاها و خدمات، تغییر ساختار اقتصاد، و تحول در درآمد و توزیع آن بین خانوارها همراه است. گسترش سطح فعالیت‌ها افزایش مصرف انرژی را در پی دارد و تغییر ساختار اقتصادی در راستای شکل‌گیری واحدهای تولیدی و خدماتی به‌شدت انرژی‌بر یا کمتر انرژی‌بر آثار فزاینده یا کاهنده بر روند تقاضای حامل‌های انرژی دارد. همچنین، تحول در تکنولوژی تولید از طریق دگرگونی در ترکیب عوامل شدت مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی را متأثر می‌سازد. تغییرات شدت انرژی کل مراحل مختلف توسعهٔ اقتصادی را نشان می‌دهد و بررسی روند این شاخص سیاست‌گذاران انرژی را به برآورد میزان رشد تقاضای انرژی در رویارویی با تغییرات مهم ساختار اقتصادی و سیستم مدیریت اقتصاد قادر می‌سازد (مارکان و همکاران[1]، ۲۰۰۶). تغییرات شدت انرژی را می‌توان ناشی از دو اثر شدتی و ساختاری دانست. منظور از اثر شدتی تغییر شدت انرژی ناشی از تغییر در شدت خالص انرژی مستقل از ترکیب فعالیت‌های صنعتی است که در بخش‌ها به وسیلهٔ عواملی از قبیل پیشرفت تکنولوژی، قیمت انرژی، جانشینی حامل‌های انرژی، تغییر کارایی انرژی، و همچنین مدیریت تقاضای انرژی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اثر ساختاری شدت انرژی به تغییر در شدت انرژی ناشی از تغییر در ترکیب یا

1. Markandya et al.

Archive of SID

www.SID.ir

سهم فعالیت‌های اقتصادی گفته می‌شود کـه سیاسـت‌هـای توسـعهٔ صـنعتی، جابـه‌جـایی تقاضای مصرف‌کننده، و اثر سیاست‌هـای کـلان اقتصـادی بـر آن مـؤثر اسـت (شـریفی و همکاران، ۱۳۸۷).

۳. پیشینهٔ تحقیق

۱.۳. مروری بر مطالعات انجام‌شده در خارج

دورو و دیگران[1] (۲۰۱۰)، با بررسی سطوح نابرابری شدت انرژی، به این نتیجـه رسـیدند که اگرچه وجود اختلاف سطح رفاه و منابع مهم‌ترین عامل توجیه نابرابری مصرف انرژی سرانه است، نابرابری سطوح شدت انرژی نقش مهمی در کاهش نابرابریِ مصـرف سـرانهٔ انرژی در دورهٔ مورد بررسی ایفا می‌کند. علاوه بر این، به‌نظـر مـی‌رسـد تخصصـی‌شـدن بخش‌ها بیش از پیش در توضیح نابرابری شدت انرژی اهمیت یافته است، در حـالی کـه روند معنی‌داری در جهت همگرایی کارایی انرژی در کشورها، با توجه به بخش‌ها، وجـود دارد. ایـن رونـد وزن کاهشـی شـدت انـرژی را بـه عنـوان متغیـر توضـیحی در بـروز نابرابری‌های مصرف سرانهٔ انرژی توضیح می‌دهـد. ژاو و همکـاران[2] (۲۰۰۹) بـه مطالعـهٔ دلایل افزایش شدت انرژی در کشور چین طی سال‌های ۱۹۹۸ـ۲۰۰۶ پرداختنـد. نتـایج تحقیق آنان بیانگر این نکته است که تقاضای بالای انرژی در بخش‌های صـنعتی عمومـاً به توسعهٔ مقیاس (میزان) تولید، به‌ویژه در صنایع انرژی‌انـدوز، بسـتگی دارد. همچنـین، صرفه‌جویی انرژی عموماً از بهبود کارایی ناشی مـی‌شـود و ایـن مسـئله در بخـش‌هـای انرژی‌اندوز اهمیت بیشتری دارد. همچنین، مشاهده شد که ساختار صنعتی سنگین‌تر به افزایش شدت انرژی منجر می‌شود. ژاو و همکارانش در این بررسی بیان کردند که بهبود کارایی انرژی در بخش‌های انرژی‌اندوز عمدتاً بـه سیاسـت‌گـذاری‌هـای صـنعتی، کـه در سال‌های اخیر اعمال شده، برمی‌گردد و قیمت‌های پـایین انـرژی مسـتقیماً بـه مصـرف بالای انرژی و غیرمستقیم به ساختار سنگین صـنعتی منجـر مـی‌شـود. سـیلوا و گـوارا[3] (۲۰۰۹)، به منظور مطالعهٔ رشد تدریجی شدت انـرژی در بخـش صـنعت برزیـل، شـش

1. Duro et al.
2. Zhao et al.
3. Silva & Guerra

Archive of SID

www.SID.ir

معیار متفاوت شدت انرژی‌بخش را محاسبه کردند. آن‌ها با درنظرگرفتن مفهوم شدت انرژی، نسبت مصرف انرژی، و سطح فعالیت اقتصادی دو معیار را برای مصرف انرژی به‌کار گرفتند: ۱. معیار گرمایی (فیزیکی)؛ ۲. معیار اقتصادی. برای سطح فعالیت اقتصادی نیز از سه معیار استفاده کردند: ۱. ارزش تولید؛ ۲. ارزش کالاهای ارسال‌شده؛ ۳. ارزش افزوده. باید این نکته را خاطرنشان ساخت که اغلب این شاخص‌ها در بخش صنعتی برزیل عملکرد مشابهی دارند. نتایج حاکی از آن است که در یک روش غیرتجمعی (تفکیکی) شاخص‌های شدت انرژی رشد تدریجی یکنواختی خواهند داشت. فنگ و همکاران[1] (۲۰۰۹) به بررسی روابط تعادل بلندمدت، روابط پویای موقت، و روابط محلی میان ساختار مصرف انرژی، ساختار اقتصادی، و شدت انرژی در چین پرداختند. در این تحقیق نتایج حاصل از آزمون‌های هم‌انباشتگی نشان داد که این سه متغیر به تغییر هم‌زمان در بلندمدت گرایش دارند. به علاوه، آزمون‌های علیت گرنجری نشان داد که یک علیت یک‌طرفه از شدت انرژی در جهت ساختار اقتصادی وجود دارد، اما، برعکس آن صادق نیست. تحلیل‌های واکنش ضربه‌ای بیانگر این نکته است که بروز یک شوک در هر یک از متغیرهای مورد بررسی به بروز دوره‌های بی‌ثباتی منجر می‌شود.

۲.۳. مروری بر مطالعات انجام‌شده در داخل

حسن‌تاش و نادریان (۱۳۸۷) برای محاسبهٔ پتانسیل‌های کاهش شدت انرژی از روش سناریوسازی استفاده کردند و، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از سناریوهای مختلف، تأثیر تحقق این پتانسیل‌ها را بر صادرات نفت، درآمدهای نفتی کشورهای عضو اوپک، تراز نفت جهان، و کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن محاسبه کردند. نتایج تحقیق نشان داد که کشورهای عضو اوپک دارای پتانسیل‌های فراوانی برای کاهش شدت انرژی و صرفه‌جویی در مصرف نفت هستند که تحقق آن می‌تواند بر تراز نفت جهانی و کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن تأثیر فراوانی بگذارد. سیف (۱۳۸۷)، ضمن برشمردن عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی کشورها، با تخمین تابع چندمتغیره از روش حداقل مربعات، این عوامل را برای کشورهای مختلف تجزیه کرد. یافته‌ها نشان داد که افزایش سهم ارزش افزودهٔ بخش

1. Feng et al.

Archive of SID

www.SID.ir

خدمات از تولید ناخالص داخلی اقتصاد (به عنوان نماینده تغییرات ساختاری) بر کاهش شدت انرژی تأثیر بسیار معنی‌داری می‌گذارد. مساحت کشورها نیز اثر مستقیم معنی‌دار بر شدت انرژی دارد و از نظر اندازه در حدود یک‌چهارم سهم خدمات است. شریفی و همکاران (۱۳۸۷) شدت انرژی را (به دو اثر ساختاری و شدتی) در صنایع نُه‌گانهٔ ایران با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر و تکنیک ضرب‌پذیری با رویکرد داده‌های سری زمانی طی سال‌های ۱۳۷۴ـ۱۳۸۳ تجزیه کردند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که در بیشتر صنایع نُه‌گانه اثر ساختاری سهم اندکی در تغییرات اثر کل شدت انرژی دارد و اثر شدتی سهم بیشتری در تغییرات اثر کل دارد. در بیشتر صنایع در سال‌های مختلف اثر شدتی در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده و اثر ساختاری سهم ضعیفی در کاهش شدت انرژی داشته است. عمادزاده و همکاران (۱۳۸۲) تأثیرات قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی را بررسی و رابطهٔ تقارن و عدم تقارن شدت انرژی با قیمت و تولید ناخالص داخلی را تحلیل کردند. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق دلالت بر آن دارد که نه‌تنها به دنبال افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش می‌یابند شدت انرژی نیز کاهش می‌یابد و این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دههٔ هفتاد بسترساز انقلاب صنعتی نوینی شده است که در افزایش کارایی و بهینه‌سازی انرژی متجلی شده است.

۴. تصریح مدل

در این مطالعه با الهام از مطالعات کورنلی و فنک‌هاوزر[1] (۲۰۰۰) و گیتلی و هانتینگتون[2] (۲۰۰۱) مدلی برای بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی ارائه شد و تأثیر متغیرهای تولید ناخالص داخلی، قیمت انرژی (نفت)، بهره‌وری کل عوامل تولید، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، جمعیت، مساحت سرزمین، و نرخ ارز در بازهٔ زمانی ۱۹۸۵ ـ ۲۰۰۹ در دو گروهـ کشورهای نفتی (۲۱ کشور بزرگ تولیدکننده و صادرکنندهٔ نفت) و غیرنفتی (۲۱ کشور که اقتصادشان وابستگی کمتری به نفت دارد انتخاب شده‌اند) بر شدت انرژی بررسی شد. آمار و داده‌های مورد نیاز از منابع آماری بانک جهانی و سازمان بین‌المللی

1. Cornillie & Fankhauser
2. Gately & Huntington

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی استخراج شد. کلیهٔ متغیرهای تحقیق به صورت لگاریتمی در مدل وارد شد، زیرا مدل‌های لگاریتمی دارای ویژگی‌هایی است که این نوع مدل‌ها را در کارهای کاربردی بسیار کارآمد می سازد. یکی از ویژگی‌های این مدل‌ها این است که کشش متغیر وابسته به متغیرهای توضیحی ـ درصد تغییرات متغیر وابسته به متغیر توضیحی ـ را محاسبه می‌کنند و واریانس ناهمسانی را در مدل کاهش می‌دهند. چارچوب مدل پیشنهادی به صورت رابطهٔ ۲ زیر است:

$$E_{it}=F(EX_{it},GDP_{it},OILP_{it},TFP_{it},CO_{2it},P_{it},S_{it}) \quad i=1,2,...,N \;;\; t=1,2,...,T_i \qquad (2)$$

که در آن E شدت انرژی، EX نرخ ارز، GDP تولید ناخالص داخلی، OILP قیمت نفت، TFP بهره‌وری کل عوامل تولید، CO_2 میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، P جمعیت، S مساحت سرزمین، i تعداد مقاطع (مسیرها)، و t دورهٔ زمانی مطالعه است.

یکی از نکاتی که موجب تمایز این تحقیق با سایر تحقیقات مشابه می‌شود و جنبهٔ نوآوری دارد به‌کارگیری آمار پارامتریک و ناپارامتریک به طور هم‌زمان است. از آن‌جا که یکی از متغیرهای مورد بررسی بر شدت انرژی بهره‌وری کل عوامل‌تولید است، برای محاسبهٔ بهره‌وری از شاخص مالم کوئیست[1] استفاده شد. روش مذکور مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می‌شود. در تحقیق حاضر با استفاده از دو متغیر موجودی سرمایه و نیروی انسانی، به عنوان نهاده، و تولید ناخالص داخلی، به عنوان ستاده، مقادیر بهره‌وری کل عوامل تولید برای دو گروه کشورهای نفتی و غیرنفتی با استفاده از نرم‌افزار تحلیل پوششی داده‌ها[2] محاسبه شد. نتایج حاصل از این محاسبه (متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید) به عنوان یک متغیر توضیحی در مدل تحقیق وارد شد. مدل این پژوهش، با توجه به ماهیت داده‌ها، با استفاده از روش داده‌های پانل در محیط نرم‌افزار EViews برآورد شد. روش داده‌های پانل در مطالعاتی به‌کار برده می‌شود که چندین کشور، بنگاه، خانوار، و ... در طول یک دورهٔ زمانی بررسی می‌شوند. در این بررسی، از آنجا که تعداد مشاهدات در دسترس برای متغیرهای مدل طی سال‌های مورد بررسی برای کشورهای مختلف

1. Data Evelopment Analysis

۲. کلیهٔ متغیرهای تحقیق واقعی است و نسبت به سال پایهٔ ۲۰۰۰ است.

Archive of SID

www.SID.ir

متفاوت بود، از پانل نامتوازن استفاده شد. برای تعیین نوع و روش مدل از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود. معمولاً در روش داده‌های پانل، نخست با استفاده از آزمون چاو[1] نوع داده‌های تلفیقی یا ترکیبی مشخص می‌شود. سپس، در صورتی که داده‌ها ترکیبی باشند، با استفاده از آزمون هاسمن[2] مشخص می‌شود که روش اثرات ثابت[3] یا روش اثرات تصادفی[4] انتخاب شود.

۱.۴. تخمین مدل درکشورهای نفتی

نتایج حاصل از آزمون چاو نشان می‌دهد که در سطح خطای پنج درصد داده‌ها از نوع ترکیبی است. بنابراین، لازم است مشخص شود روش اثرات ثابت مناسب است یا اثرات تصادفی. برای تشخیص و شناسایی روش درست برآورد، از آزمون هاسمن استفاده می‌شود (مهرگان و اشرف‌زاده، ۱۳۸۷). جدول ۱ نتایج حاصل از آزمون هاسمن را نشان می‌دهد.

جدول ۱. آزمون F برای تشخیص مدل اثرات ثابت یا یکسان‌بودن عرض از مبدأ

Effects Test	آمارهٔ F	درجهٔ آزادی	احتمال
Cross-section F	۸٫۵۵	(۲۰٫۳۷۷)	۰٫۰۰
Cross-section Chi-square	۱۵۰٫۳۶	۲۰	۰٫۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۲. آزمون هاسمن برای انتخاب مدل اثرات ثابت یا تصادفی

Test Summary	Chi-sq.Statistic	Chi-sq.d.f.	احتمال
Cross –section random	۱۵٫۰۶	۴۴	۰٫۰۰۴۶

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج آزمون هاسمن نشان می‌دهد که روش مناسب برای برآورد مدل کشورهای نفتی روش اثرات ثابت است. نکتهٔ درخور توجه در کشورهای نفتی نحوهٔ محاسبهٔ متغیر

1. Chow Test
2. Hausman Test
3. Fixed Effect Model
4. Random Effest Model

Archive of SID

www.SID.ir

شدت انرژی است. در اغلب مطالعات، شدت انـرژی از تقسـیم مصـرف انـرژی بـر تولیـد ناخالص داخلی محاسبه می‌شود. اما، با توجه به روش‌هـایی کـه کینـگ[1] (۲۰۱۰) بـرای محاسبهٔ شدت انرژی در کشورهای صاحب انـرژی جهـان معرفـی کـرد و گـزارش بانـک مرکزی، که محاسبهٔ شدت انرژی در کشورهای نفتی از روش معمول را بـا دیـدهٔ تردیـد می‌نگرد و روش‌های دیگری را برای محاسبهٔ دقیق‌تر شدت انـرژی مطـرح کـرده اسـت، برای مقایسه، شدت انرژی به هر دو روش محاسبه شـد. در روش دوم بـه صـورت کسـر حجم صادرات حامل‌هـای انـرژی افـزوده شـد و افـزایش چشـمگیری در شـدت انـرژی مشاهده شد. در ادامه، نتایج تخمین مدل بـا هـر دو روش محاسـبهٔ شـدت انـرژی آورده شده است.

۱.۱.۴. روش اول: با درنظرنگرفتن صادرات نفتی در متغیر وابسته (شدت انرژی)

جدول ۳. نتایج تجربی عوامل مؤثر بر شدت انرژی (متغیر وابستهٔ شدت انرژی E)

متغیرهای مستقل	ضرایب (کشش)	احتمال
Log(E(-1))	۰٫۶۰	۰٫۰۰
Log(S*P)	۰٫۰۲	۰٫۰۰
Log(CO)	۰٫۱۷	۰٫۰۰
Log(GDP)	-۰٫۳۶	۰٫۰۰
Log(OILP)	-۰٫۰۱	۰٫۰۲
F-statistic=۶۱۲۳۴٫۶۶ احتمال (F) =۰٫۰۰	DW=۰٫۶۱	R^2=۰٫۹۹

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج برآوردها بیانگر آن است که علائم ضرایب برآوردشده بـرای همـهٔ متغیـرهـا بـا مبانی نظری سازگار است. امـا دو متغیـر بهـره‌وری کـل عوامـل تولیـد و نـرخ ارز (EX) معنادار نیستند و از مدل حذف شده‌اند. جدول ۴ نتـایج حاصـل از تخمـین مـدل دوم را نشان می‌دهد.

1. King

Archive of SID

www.SID.ir

۲.۱.۴. روش دوم: با درنظرگرفتن صادرات نفتی در متغیر وابسته (شدت انرژی)

جدول ۴. نتایج تجربی عوامل مؤثر بر شدت انرژی (متغیر وابستهٔ شدت انرژی X)

متغیرهای مستقل	ضرایب (کشش)	احتمال
Log (X(-1))	۰/۷۶	۰/۰۰
Log (EX)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۲
Log (CO)	۰/۰۵	۰/۰۳
Log (GDP)	-۰/۱۷	۰/۰۰
Log (TFP)	۰/۰۸	۰/۰۰۰۳
F-statistic=۱۲۸/۱۷۱۷۸ احتمال=۰/۰۰	DW=۱/۸۵	R^2=۰/۹۹

منبع: محاسبات تحقیق

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، متغیر وابسته نخست صادرات نفتی لحاظ نشده است. به‌جز دو متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید و نرخ ارز که از مدل حذف شدند، سایر متغیرها اثرگذار و معنادارند. متغیر شدت انرژی در هر دو مدل تأثیر با وقفه دارد؛ به طوری که در سطح خطای ۱۰ درصد تأثیر مثبت و معنادار بر شدت انرژی دارد؛ به طوری که مثلاً مطابق مدل دوم با افزایش ۱ درصد شدت انرژی در دورهٔ قبل با فرض ثبات سایر شرایط شدت انرژی در دورهٔ جاری ۰/۷۶ درصد افزایش خواهد یافت. از سویی، اثر متقابل مساحت سرزمین و جمعیت (در مدل اول) در سطح خطای ۵ درصد تأثیر مثبت و معنادار بر شدت انرژی دارد و با فرض ثبات سایر شرایط اگر جمعیت و مساحت سرزمین ۱ درصد افزایش داشته باشد، شدت انرژی ۰/۰۲ درصد افزایش خواهد یافت. گاز دی‌اکسید کربن نیز در هر دو مدل رابطهٔ مثبت و معناداری با شدت انرژی دارد و در سطح خطای ۱ درصد معنادار است. تولید ناخالص داخلی نیز مطابق هر دو تخمین آثار منفی و معناداری بر شدت انرژی دارد؛ به طوری که با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی (بر اساس تخمین ۲) شدت انرژی ۰/۱۷ درصد کاهش خواهد یافت که این رقم بزرگی است و نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری بالای این متغیر نسبت به سایر متغیرهاست. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل تولید در روش دوم در سطح

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰ درصد معنادار است و رابطهٔ مثبت با شدت انرژی دارد. بنـابراین، اگـر بهـره‌وری کـل عوامل تولید ۱ درصد افزایش یابد، با فرض ثبات سایر شرایط، شدت انرژی ۰٫۰۸ درصـد افزایش خواهد یافت. در ادامه، نتایج حاصل از برآورد مدل در کشورهای غیـرنفتـی ارائـه شده است.

۲.۴. تخمین مدل در کشورهای غیرنفتی

نخست برای تعیین روش مناسب آزمون چاو انجام شده است.

با توجه به نتایج آزمون چاو و آزمون هاسمن، مشخص شد که روش اثـرات تصـادفی مناسب‌تر است (ذکر این نکته لازم است که تست هاسمن در ایـن بخـش دچـار اشـتباه شده و با توجه به بزرگ‌بـودن (۰٫۹۴) Roh Random Effects نسـبت بـه (۰٫۰۵) Roh Fixed Effects مشخص شد که روش اثرات تصادفی مناسب‌تر است).

جدول ۵. آزمون F برای تشخیص مدل اثرات ثابت یا یکسان‌بودن عرض از مبدأ

Effects Test	آماره	درجهٔ آزادی	احتمال
Cross-section F	۱۹۲٫۲۶	(۲۰٫۲۹۴)	۰٫۰۰
Cross-section Chi-square	۸۴۶٫۳۰	۲۰	۰٫۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۶. نتایج تجربی عوامل مؤثر بر شدت انرژی (متغیر وابستهٔ شدت انرژی E)

متغیرهای مستقل	ضرایب (کشش)	احتمال
Log (S*P)	۰٫۰۰۳	۰٫۰۳
Log (CO)	۰٫۳۴	۰٫۰۰
Log (GDP)	-۰٫۴۶	۰٫۰۰
Log (EX)	-۰٫۰۱	۰٫۰۰
Log (E(-1))	۰٫۴۱	۰٫۰۰
F-statistic=۷۶٫۰۰ احتمال=۰٫۰۰	DW=۱٫۷۱	R^2=۰٫۹۲

منبع: محاسبات تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج برآوردها بیانگر آن است که برازش مدل خوب است. اما، در تخمین مدل متغیرهای قیمت انرژی (قیمت نفت) و بهره‌وری معنادار نیست و از مدل حذف شده‌اند. بر اساس جدول ۶، به‌جز متغیرهای قیمت انرژی و بهره‌وری، سایر متغیرها اثرگذار و معنادارند. اثر متقابل مساحت سرزمین و جمعیت در سطح خطای ۱ درصد تأثیر مثبت و معنادار بر شدت انرژی دارد و، با فرض ثبات سایر شرایط، اگر جمعیت و مساحت سرزمین ۱ درصد افزایش داشته باشد، شدت انرژی ۰٫۰۰۳ درصد افزایش خواهد یافت که مقدار بسیار اندکی است. گاز دی‌اکسید کربن نیز رابطهٔ مثبت و معناداری با شدت انرژی دارد و در سطح خطای ۱ درصد معنادار است. تولید ناخالص داخلی نیز آثار منفی و معناداری بر شدت انرژی دارد؛ به طوری که با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی شدت انرژی ۰٫۴۶ درصد کاهش خواهد یافت که این رقم بزرگی است و نشان‌دهندهٔ تأثیرگذاری بالای این متغیر است.

۵. نتیجه‌گیری

شدت انرژی از تقسیم میزان مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود. استفاده از این فرمول برای کشورهای نفتی (به‌ویژه کشورهایی که صادرات نفت فراوانی دارند، مثل کشورهای عضو اوپک) چندان صحیح نیست و شدت انرژی را در این کشورها کمتر از حد واقعی نشان می‌دهد، زیرا بخش اعظم تولید ناخالص داخلی این کشورها درآمدهای حاصل از فروش نفت است و این موجب می‌شود که مخرج کسر شدت انرژی بزرگ‌تر شود و شدت انرژی کمتری حاصل شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود، به منظور محاسبهٔ دقیق‌تر شدت انرژی، یا درآمدهای حاصل از فروش نفت از تولید ناخالص داخلی این کشورها کسر شود یا میزان صادرات نفت به میزان مصرف انرژی این کشورها افزوده شود. در این مطالعه برای کشورهای نفتی هر دو حالت آزمون شد و مهم‌ترین نتیجهٔ به‌دست‌آمده مربوط به متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید است که در مدل اول معنادار نبود، اما در مدل دوم مشاهده شد که این متغیر رابطهٔ مثبت با شدت انرژی دارد. در کشورهای نفتی مورد بررسی در این تحقیق، در زمینهٔ ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید اقدامات جدی و اساسی صورت نگرفته است. این کشورها تک‌محصولی‌اند (اقتصادی مبتنی بر نفت

Archive of SID

www.SID.ir

دارند) و از لحاظ سطح توسعه نیز در وضعیت چندان مناسبی قرار ندارند و با وجود درآمدهای هنگفتی که از فروش نفت نصیبشان می‌شود، اغلب، واردکننده‌اند و چندان به مقولهٔ تولید و بهبود بهره‌وریِ عوامل تولید توجه نکرده‌اند. مشاهده شد که میان قیمت انرژی و شدت انرژی در کشورهای مورد بررسی رابطهٔ مشخصی وجود ندارد و فقط در روش اول در کشورهای نفتی رابطهٔ منفی مشاهده شد که ضریب نسبتاً اندکی است. شایان ذکر است که قیمت انرژی در این کشورها نسبتاً اندک است و لزوم متعادل‌سازی قیمت انرژی به همراه فرهنگ‌سازی در جهت کاهش مصرف انرژی مشاهده می‌شود. در کشورهای غیرنفتی مورد بررسی در این تحقیق، رابطهٔ معناداری میان قیمت انرژی و شدت انرژی مشاهده نشد. وجود رابطهٔ مثبت میان متغیرهای جمعیت و مساحت سرزمین و شدت انرژی خاطرنشان می‌سازد که هرچه یک کشور جمعیت یا مساحت بیشتری داشته باشد ـ از آنجا که به دلیل ازدیاد و پراکندگی جمعیت به انرژی بیشتری برای حمل‌ونقل و سایر مصارف نیاز است ـ شدت انرژی آن بیشتر است. بنابراین، توصیه می‌شود در این کشورها برای کاهش این جابه‌جایی‌ها و مصرف انرژی کمتر از راه‌های ارتباطی جدید استفاده شود، زیرا به‌کارگیری شبکه‌های اطلاعاتی، مخابراتی، و اینترنتی امکان برقراری ارتباط و کاهش جابه‌جایی را فراهم کرده است. با عنایت به این موضوع که این کشورها صادرکنندهٔ نفت‌اند و از افزایش نرخ ارز منتفع می‌شوند، وجود رابطهٔ مثبت میان نرخ ارز و شدت انرژی در این کشورها (در مدل دوم) مشاهده شد. اما، مشاهده شد که در کشورهای غیرنفتی با افزایش نرخ ارز شدت انرژی کاهش می‌یابد، زیرا این کشورها عمدتاً واردکنندهٔ انرژی‌اند و با افزایش نرخ ارز و به دنبال آن افزایش هزینهٔ واردات شدت انرژی در این کشورها کاهش می‌یابد. همچنین، نتایج تحقیق حاکی از آن است که رابطهٔ میان میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن و شدت انرژی مثبت است، زیرا اغلب کشورهای مورد بررسی در این تحقیق در مراحل ابتدایی توسعه قرار دارند و، با توجه به تمرکز صنایع در شهرها، در این کشورها گسترش شهرنشینی، افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، و آلودگی‌های ناشی از آن را در پی دارد؛ این امر به مثابهٔ زنگ خطری است برای مسئولان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشورها تا برای کاهش میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن چاره‌اندیشی کنند و در جهت تولید و مصرف انرژی‌های پاک قدم بردارند. شایان ذکر است

Archive of SID

www.SID.ir

که باید در مقایسهٔ شدت انرژی در سطح جهانی محتاط باشیم، زیرا شدت انرژی کمتر در یک کشور لزوماً به معنای بهره‌وری بیشتر در آن کشور نیست و ممکن است سطح زندگی در آن کشور پایین‌تر باشد. پس برای مقایسهٔ صحیح باید مجموعه‌ای از عوامل مؤثر بر شدت انرژی را درنظر گرفت. در پایان باید خاطرنشان ساخت که بسیاری از صاحب‌نظران بر آن‌اند که باید پایهٔ انرژی را از سوخت‌های فسیلی، به‌ویژه نفت، خارج ساخت و آن را بر دوش انرژی‌های قابل تجدید و لایزال مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی، و آبی قرار داد و با افزایش بهره‌وری برای کاهش مصرف انرژی و با افزایش سطح آگاهی مردم برای حفظ منابع طبیعی کوشید.

منابع

۱.ابونوری، عباسعلی و نیکبان، آزاده (۱۳۸۸). «تجزیهٔ شدت انرژی (مطالعهٔ موردی صنعت سیمان)»، فصلنامهٔ مدل‌سازی اقتصادی، ۷، ۷۷ ـ ۹۹.

۲.حسن‌تاش، غلام‌حسین و نادریان، محمدامین (۱۳۸۷). «ارزیابی پتانسیل‌ها و مزایای کاهش شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک»، فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۶، ۱۵۷ ـ ۱۸۴.

۳.سیف، الهمراد (۱۳۸۷). «شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی»، فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی، ۵(۱۸)، ۱۷۷ ـ ۲۰۱.

۴.شریفی، علیمراد، صادقی، مهدی، نفر، مهدی، و دهقان شبانی، زهرا (۱۳۸۷). «تجزیهٔ شدت انرژی در صنایع ایران»، فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۳۵، ۷۹ ـ ۱۱۰.

۵.عمادزاده، مصطفی، شریفی، علیمراد، دلالی‌اصفهانی، رحیم و صفدری، مهدی (۱۳۸۲). «تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD»، فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی، ۲۸، ۹۵ ـ ۱۱۸.

۶.فطرس، محمدحسن و براتی، جواد (۱۳۸۹). «تحلیل عوامل مؤثر بر تغییر انتشار دی‌اکسید کربن بخش نیروگاهی ایران (۱۳۷۸ ـ ۱۳۸۶)، فصلنامهٔ تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱، ۱۳۵ ـ ۱۵۳.

Archive of SID

www.SID.ir

۷.گزارش بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۹). «بهره‌وری و شدت انرژی در ایران و جهان»، ادارهٔ بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۱ ـ ۱۱.

۸.گودرزی راد، رضا (۱۳۸۸). «بررسی علل تغییر در مصرف انرژی بخش صنعت ایران با استفاده از روش تجزیه»، هفتمین همایش ملی انرژی، ۱ ـ ۵.

۹.مهرگان، نادر و اشرف‌زاده، حمیدرضا (۱۳۸۷). اقتصادسنجی پانل دیتا، تهران: نشر دانشگاه تهران.

۱۰. نصرالهی، زهرا و غفاری‌گولک، مرضیه (۱۳۸۸). «توسعهٔ اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی (با تأکید بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس)، پژوهشنامهٔ علوم اقتصادی، ۳۵، ۱۰۵ ـ ۱۲۶.

۱۱. همتی، عبدالناصر (۱۳۸۳). اقتصاد انرژی، تهران: مؤسسهٔ مطالعات بین‌المللی انرژی.

12. Alca’ntara, V. & Duarte, A. (2004). Comparison of energy intensities in European Union countries results of a structural decomposition analysis, Energy Policy, 32, 177-184.

13. Ang, B.W. & Liu, N. (2006). A Cross-Country analysis of aggregate energy and Baumann, F. (2008). Energy security, Applied Policy Research, Affairs 1.

14. Cornillies, J. & Fankhauser, S. (2000). The energy intensity of transition countries, European Bank, Working Paper, 72, 1-26.

15. Duro, J.A., Al ca’ntara, V. & Padilla, E. (2010). International inequality in energy intensity levels and the role of production composition and energy efficiency: an analysis of OECD countries, Ecological Economics, 69, 2468-2474.

16. Ezcurra, R. (2007). Energy intensity in transition economies: Is there convergence towards the EU average?, Energy policy, 35, 5254-5259.

17. Feng, T., Sun, L. & Zhang, Y. (2009). The relationship between energy consumption structure: Economic structure and energy intensity in China, Energy Policy, 37, 5475-5483.

Archive of SID

www.SID.ir

18. Galli, R. (1998). *The* relationship between energy intensity and income levels: Forecasting longterm energy demand in Asian emerging countries, The Energy Journal, 19(4), 85-105.

19. Gately, D. & Hungtinton, H. (2001). Assymetric effects of changes in price and income on energy and oil demand, Energy journal, 23(1), 19-55.

20. Goldemberg, J. & Prado, L.T.S. (2011). The decline of the world's energy intensity, Energy policy, 34, 1802-1805.

21. Herring, H. (1999). Does energy efficiency save energy? The debate and its consequences, Applied Energy, 63, 209-226.

22. International Atomic Energy Agency (2005). Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Vienna, Austria. Retrieved from http://www.iaea.com.

23. International Energy Agency (2008). World Energy Outlook 2008, Paris, Retrived from http://www.iea.com.

24. Kemmler, A. & Spreng, D. (2007). Energy indicators for tracking sustainability in developing countries, Energy policy, 35, 2466-2480.

25. King, C. (2010). Energy intensity ratios as net energy measures of United States energy production and expenditures, Environmental Research Letters, 5.

26. Liddle, B. (2010). Revisiting world energy intensity convergence for regional differences, Applied energy, 87, 3218-3225.

27. Markandya, A., Pedroso- Galinato, S. & Streimikiene, D. (2006). Energy intensity in transition economies: Is there convergence towards the EU average?, Energy Economics, 28, 121-145.

28. Martinez, C.I.P. (2009). Energy efficiency developments in the manufacturing industries of Germany and Colmbia 1998-2005, Energy for Sustainable Development, 13, 189-201.

29. Medlock III, K.B. & Soligo, R. (2001). Economic development and end-use energy Demand, The Energy Journal, 22(2), 77-105.

30. Mendiluce, M., Perez-Arriaga, I. & Ocana, C. (2010). Comparison of the evolution of energy intensity in Spain and in the EU15, Why is Spain different?, Energy Policy, 38, 639-645.

Archive of SID

www.SID.ir

31. Oikonomou, V., Becchis, F., Steg, L. & Russolillo, D. (2004). Energy saving and energy efficiency concepts for policy making, Energy policy, 37, 4787-4796.

32. Silva, F.I.A. & Guerra, S.M.G. (2009). Analysis of the energy intensity evolution in the Brazilian industrial sector 1995 to 2005, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13, 2589-2596.

33. Silveria, F.C. & Luken, R.A. (2008). Global overview of industrial energy intensity, Energy policy, 36, 2658-2664.

34. Streimikiene, D. & Silvickas, G. (2008). The EU sustainable energy policy indicators framework, Environment International, 34, 1227-1240.

35. Sun, J.W. (2002). The decrease in the difference of energy intensities between OECD countries from 1971 to 1998, Energy Policy, 30, 631-635.

36. Unander, F., Karbuz, S., Schipper, L., khurushch, M. & Ting, M. (1999). Manufacturing energy use in OECD countries: Decomposition of long-term trends. Energy Policy, 27, 769-778.

37. Varone, F. & Aebischer, B. (2001). Energy efficiency: The challenges of policy design, Energy Policy, 29, 615-624.

38. Vazhayil, P. & Balasubramanian, R. (2010). Copenhagen commitments and implications: A comparative analysis of India and China, Energy policy, 38, 7442-7450.

39. War, B., Ayres, R., Eisenmenger, A., Krausmann, F. & Schandl, H. (2010). Energy use and economic development: A comparative analysis of useful work supply in Austria, Japan, the United Kingdom and the US during 100 years of economic growth, Ecological economics, 69, 1904-1917.

40. Zhang, H., Zhou. D. & Cao, J. (2011). A quantitative assessment of energy strategy evolution in China and US, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 886-890.

41. Zhao, X., Ma, C. & Hong, D. (2010). Why did China's energy intensity increase during 1998-2006: Decomposition and policy analysis, Energy policy, 38, 1379-1388.

Archive of SID

www.SID.ir