اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی آن در صنایع تولیدی ایران

محمود محمودزاده | mahmod.ma@yahoo.com
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه،
گروه اقتصاد (نویسنده مسئول)
سمیه صادقی | somysadeghi@yahoo.com
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران
ثریا صادقی
کارشناس ارشد علوم اقتصادی
فاطمه حمیدی افرا
کارشناس ارشد علوم اقتصادی

دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۴ | پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۱۶

چکیده: هدف مقاله حاضر، بررسی اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی آن در صنایع تولیدی در دوره ۸۶-۱۳۷۴، با استفاده از روش پانل پویا (GMM) است. با استفاده از تابع هزینه با فرم کاب- داگلاس، مشخص گردید که رابطه منفی و معنی‌داری بین شدت انرژی برق و قیمت آن وجود دارد و افزایش شاخص قیمت سایر نهاده‌ها، موجب جایگزینی انرژی برق به جای سایر نهاده‌ها می‌شود. همچنین با پیشرفت فناوری در طول زمان، شدت انرژی کاهش می‌یابد. سپس طرح سیاستی آزادسازی قیمت برق، با فرض افزایش یکنواخت قیمت اسمی در دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۹ اجرا شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از آزادسازی قیمت برق، شدت انرژی کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین میزان کاهش در سال اول اجرای سیاست آزادسازی بوده و در سال‌های بعد، از میزان کاهش شدت انرژی کاسته شده است.

کلیدواژه‌ها: شدت انرژی، آزادسازی قیمت، الگوی GMM، انرژی برق، صنایع تولیدی

طبقه بندی JEL: C22, C45

فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۹۰۹۲ | سال شانزدهم | شماره ۴ | زمستان ۱۳۹۰ | ص ص ۱۲۷-۱۱۳
نمایه در ISC

مقدمه

درکشورهای در حال توسعه از جمله ایران، همواره با هدف حمایت از صنایع، به بخش صنعت انواع یارانه اعطا می‌شده که این کار، موجب کاهش غیرواقعی قیمت حامل‌های انرژی گردیده است. کم بودن قیمت انرژی در کنار مزایایی که ممکن است برای صنایع داشته باشد، موجب بروز مشکلی اساسی به نام افزایش بی‌رویه مصرف انرژی شده است. انرژی برق یکی از مهم‌ترین حامل‌های انرژی مصرفی در بخش صنعت است و از آنجایی که در فرایند تولید سرمایه‌بر و پیچیده آن، از حامل‌های انرژی تجدیدناپذیر استفاده می‌شود، از اهمیت فراوان برخوردار است. یکی از روش‌های کنترل رشد فزاینده مصرف برق در صنایع، حذف یارانه انرژی برق است، به طوری که الگوی مصرف آن را در بخش صنعت، متناسب با شرایط اقتصادی کشور بهینه می‌کند. به طور کلی، پژوهش‌های گسترده‌ای درباره آثار حذف یارانه بر متغیرهای کلان اقتصادی، به ویژه رشد اقتصادی و تورم انجام شده است (Boqiang & Zhujun, 2010). در پژوهش‌های انجام شده درباره شدت انرژی نیز رفتار شدت انرژی با استفاده از روش تجزیه بررسی شده است و پژوهش درباره بررسی اثر آزادسازی قیمت انرژی برق بر شدت انرژی آن اندک است. از این رو، هدف مقاله حاضر، بررسی اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی آن در صنایع تولیدی ایران با توجه به طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی[1] در سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ است. با توجه به اینکه صنایع مختلف، شدت انرژی‌بری متفاوتی دارند، کل صنایع بر اساس شاخص متوسط شدت انرژی‌بری، به دو گروه A (صنایع با شدت انرژی‌بری کم) و B (صنایع با شدت انرژی‌بری زیاد) تفکیک شده است. سپس با استفاده از تابع هزینه با فرم کاب- داگلاس، تابع شدت انرژی به دست آمده و با روش پانل پویا (GMM)، کشش‌های شدت انرژی صنایع مورد بررسی نسبت به قیمت برآورد شده است. در مرحله دوم، آزادسازی قیمت انرژی برق در بخش صنعت مورد بررسی قرار گرفته است. فرایند آزادسازی قیمت برق در طرح سیاستی افزایش یکنواخت قیمت اسمی، به مدت ۵ سال (۹۳-۱۳۸۹) بررسی شده است. در فرایند آزادسازی، باید قیمت اسمی برق را در بخش صنعت، از ۲۰۵.۸۶ ریال به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۸، به ۸۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۱۳۹۳ رساند (وزارت نیرو، ۱۳۸۸).

مقاله حاضر به صورت زیر تدوین شده است: ابتدا ادبیات موضوع بیان می‌شود. در بخش بعد، پژوهش‌های تجربی پیشین مرور می‌گردد. سپس شدت انرژی‌بری برق در بین صنایع مورد بررسی، با استفاده از شواهد آماری بررسی می‌شود. در ادامه، مدل ترسیم و نتایج تجربی بیان می‌گردد. در

1. International Standard Industrial Classification (ISIC)

نهایت، طرح سیاستی آزادسازی قیمت برق و نتیجه‌گیری بیان می‌شود.

ادبیات موضوع

شدت انرژی[1]، معیاری برای اندازه‌گیری و ارزیابی کارایی انرژی در اقتصاد است که نسبت واحدهای انرژی مصرف شده (میلیون بشکه نفت خام) را به ارزش یک واحد تولید (بر حسب میلیارد دلار) نشان می‌دهد. شدت انرژی بیشتر، به معنای هزینه یا قیمت بیشتر تبدیل انرژی به تولید ملی است. در مقابل، شدت انرژی کمتر، هزینه یا قیمت کمتر را برای تبدیل انرژی به تولید در اقتصاد نشان می‌دهد.

میزان تغییر شدت انرژی، با توجه به ساختار اقتصادی هر کشور (توسعه‌یافته و در حال توسعه) متفاوت است. در کشورهای توسعه‌یافته، کاهش شدت انرژی، حاصل سیاست‌های مدیریت صحیح و صرفه‌جویی در مصرف ذخایر منابع انرژی و نیز بهبود نظام‌های فنی است. در مقابل، دلیل زیاد بودن شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه را می‌توان در مصرف زیاد انرژی در بخش غیرمولد و نیز استفاده از تجهیزات و فناوری‌های غیربهینه در بخش‌های مولد دانست (برگلند و سودرهوم[2]، ۲۰۰۶). علاوه بر این، در کشورهای در حال توسعه، همواره با هدف حمایت از صنایع، به بخش صنعت انواع یارانه انرژی اعطا شده که به کاهش غیرواقعی قیمت حامل‌های انرژی و افزایش شدت انرژی انجامیده است (قادری، آزاده، خانی و موسوی اهرنجانی، ۲۰۰۵).

فیشر، جفرسون، لیو و تاو[3] (۲۰۰۴) نیز با استفاده از روش حداقل‌سازی تابع هزینه کل با فرم کاب- داگلاس به صورت زیر، مهمترین عوامل اثرگذار را بر شدت انرژی استخراج کردند:

$$C(P_K, P_L, P_E, P_M, Q) = T^{-1} P_K^{\propto K} P_L^{\propto L} P_E^{\propto E} P_M^{\propto M} Q \qquad (۱)$$

که در آن، Q میزان تولید، P_K قیمت نهاده سرمایه، P_L قیمت نهاده کار، P_E قیمت نهاده انرژی، P_M قیمت نهاده مواد اولیه است. همچنین $\propto_K$، $\propto_L$، $\propto_E$ و $\propto_M$ به ترتیب کشش‌های قیمتی نهاده‌ها است. متغیر T نیز بیانگر فناوری است.

بر اساس لم شفرد، مقدار تقاضای هر نهاده برابر مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت آن نهاده است. بنابراین مقدار تقاضای نهاده برای نهاده انرژی (E) به صورت زیر است:

1. Energy Intensity
2. Bergland & Soderhom
3. Fisher, Jefferson, Liu & Tao

$$E = \frac{\propto_E T^{-1} P_K^{\propto K} P_L^{\propto L} P_E^{\propto E} P_M^{\propto M} Q}{P_E} \qquad (۲)$$

با توجه به تعریف شدت انرژی، اگر طرفین را بر Q تقسیم کنیم، شدت انرژی تعادلی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{E}{Q} = \frac{\propto_E T^{-1} P_K^{\propto K} P_L^{\propto L} P_E^{\propto E} P_M^{\propto M}}{P_E} \qquad (۳)$$

رابطه (۳) نشان می‌دهد که مهمترین عوامل اثرگذار بر شدت انرژی عبارت است از: فناوری (بهره‌وری کل عوامل) و قیمت نسبی سایر نهاده‌ها به نهاده انرژی. به طور کلی، هر چه سطح فناوری بالا باشد، برای دستیابی به میزان معین تولید (برای مثال، یک واحد)، نهاده‌های تولید کمتری مورد نیاز است. بنابراین، پیشرفت فناوری امکان افزایش کارایی انرژی را در وسایل انرژی‌بر فراهم می‌کند و موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. علاوه بر این، بین عامل قیمت نسبی سایر نهاده‌ها به قیمت انرژی و شدت انرژی، رابطه مستقیم وجود دارد. به عبارت دیگر، هر چه قیمت سایر نهاده‌ها نسبت به نهاده انرژی بیشتر باشد، انرژی نهاده ارزان‌تری نسبت به سایر نهاده‌ها محسوب می‌شود. بنابراین، تمایل به جایگزینی نهاده انرژی به جای سایر نهاده‌ها بیشتر خواهد بود.

در پژوهش‌های تجربی، متغیرهای مهم دیگری در تابع شدت انرژی مورد توجه قرار گرفته است. در این میان، می‌توان متغیر GDP و شاخص توسعه انسانی را به عنوان معیارهای سبک زندگی در نظر گرفت، به طوری که کشورهایی که از استاندارد زندگی بهتری برخوردارند، کالاها و وسایل انرژی بیشتری را استفاده می‌کنند و در نتیجه، شدت انرژی بیشتری دارند (Suehiro, 2007). یافته‌های برخی پژوهش‌ها، بیانگر وجود رابطه مستقیم بین متغیر نسبت سرمایه به کار (به عنوان معیاری برای فناوری) و شدت انرژی است .(Liu & Han, 2008) باز بودن تجارت خارجی نیز متغیر دیگری است که بر شدت انرژی تأثیر می‌گذارد، به طوری که با افزایش تجارت خارجی، شدت انرژی نیز افزایش می‌یابد (Cole, 2006).

پژوهش‌های تجربی

شی و پولنسک[1] (۲۰۰۵) با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری، آثار قیمت حامل‌های انرژی را بر شدت انرژی در چین، در دوره زمانی ۲۰۰۲-۱۹۸۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان

1. Shi & Polenske

داد که قیمت انرژی، بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد، در حالی که قیمت سایر نهاده‌ها و GDP، تأثیر مثبت بر شدت انرژی دارد.

وینگ[1] (۲۰۰۸) در بررسی رفتار شدت انرژی در ایالات متحده امریکا نشان داد که افزایش قیمت انرژی، عامل مهمی در کاهش شدت انرژی این کشور بوده، در حالی که فناوری تأثیر مهمی در کاهش شدت انرژی نداشته است.

ال‌قندور، جابر، سمهوری و ال‌هینتی[2] (۲۰۰۹) به تحلیل تغییرات شدت انرژی برق در صنایع اردن در دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۸ پرداختند. یافته‌های پژوهش آنها نشان داد که شدت انرژی برق در اردن، در دوره مورد بررسی از ۱/۳ به ۰/۹۳ دلار بر کیلووات ساعت کاهش یافته است. مهمترین عوامل در کاهش شدت انرژی، اصلاح ساختاری در صنایع و افزایش کارایی بوده است که به ترتیب، ۲۱ و ۷۹ درصد در کاهش شدت انرژی برق تأثیر داشته است.

ردی و ری[3] (۲۰۱۰) به تحلیل رفتار شدت انرژی و مصرف آن در فعالیت‌های تولیدی در هند، بر اساس روش تجزیه کل در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۲ پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان کاهش در شدت انرژی، فقط از اثر ساختاری نشأت می‌گیرد تا بهبود واقعی در کارایی.

عمادزاده، شریفی، دلالی اصفهانی و صفدری (۱۳۸۲) رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی را با قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای عضو OECD در دوره زمانی ۹۶-۱۹۶۵ مورد تحلیل قرار داده‌اند. نتایج پژوهش مذکور نشان داد که نه تنها پس از افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش یافته‌اند، شدت انرژی نیز کاهش یافته است و این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دهه هفتاد، بستر انقلاب صنعتی نوینی را فراهم کرده که افزایش بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف را پدید آورده است.

شریفی، صادقی، نفر و دهقان شعبانی (۱۳۸۷) به تحلیل رفتار شدت انرژی در صنایع نه‌گانه ایران با استفاده از روش تجزیه در دوره زمانی ۸۳-۱۳۷۴ پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که در بیشتر صنایع نه‌گانه، اثر ساختاری سهم ناچیزی در تغییرات اثر کل شدت انرژی داشته، در حالی که اثر کارایی سهم عمده‌ای در تغییرات اثر کل شدت انرژی داشته است. همچنین در بیشتر صنایع، اثر کارایی در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده و اثر ساختاری نیز سهم ضعیفی در کاهش شدت انرژی داشته است.

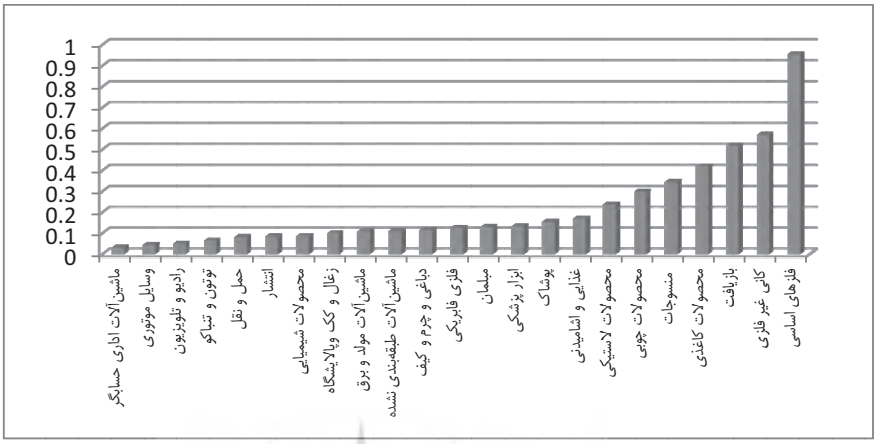
1. Wing
2. Al-Ghandoor, Jaber, Samhouri & Al-Hinti
3. Reddy & Ray

بهبودی، مهین اصلانی‌نیا و سجودی (۱۳۸۹) با استفاده از روش‌های تجزیه و ARDL، به بررسی شناسایی عوامل مهم مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در ایران در دوره زمانی ۸۵-۱۳۴۷ پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که افزایش شدت انرژی در کشور، در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش بهره‌وری در بهره‌گیری از انرژی بوده است. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار بر شدت انرژی، قیمت آن است. به طوری که حساسیت شدت انرژی نسبت به قیمت انرژی، بسیار زیاد است.

جهانگرد و تجلی (۱۳۹۰) به تجزیه شدت انرژی‌بری صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از شاخص لاسپیرز و شاخص میانگین حسابی دیویژیا در دوره ۸۶-۱۳۷۴ پرداختند. اثر ساختار اثر ناشی از تغییر در ترکیب ارزش افزوده فعالیت صنعتی است و اثر شدت به عنوان اثر ناشی از تغییر در شدت خالص انرژی، ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری کارایی انرژی از شدت انرژی کل محسوب می‌شود. نتایج پژوهش نشان داد در کل صنعت اثر شدت نسبت به اثر ساختار سهم بیشتری در تغییرات اثر کل دارد. در بیشتر صنایع نیز اثر شدت از اثر ساختار تأثیرگذارتر بوده و در برخی موارد نیز هر دو اثر، مؤثر بوده است. در بیشتر موارد اثر شدت در جهت کاهش شدت انرژی‌بری بوده است.

مقایسه شدت مصرف انرژی برق در صنایع ISIC

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که بیانگر نحوه مصرف انرژی برق است و میزان انرژی‌بری هر یک از صنایع را نشان می‌دهد، شاخص شدت انرژی برق است. شدت انرژی برق از تقسیم مصرف نهایی انرژی برق بر ارزش افزوده محاسبه می‌شود و نشان می‌دهد که برای تولید کالا و خدمات، چه میزان انرژی استفاده شده است. در نمودار (۱) متوسط شدت انرژی برق در صنایع ISIC، در سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ ملاحظه می‌شود. همان طور که مشاهده می‌شود، شاخص شدت انرژی برق، در صنایع مختلف، متفاوت است. این تفاوت‌ها ناشی از ویژگی‌های تولید در هر صنعت، از جمله فناوری‌های مختلف مورد استفاده در صنایع است. همچنین میانگین متوسط شدت انرژی برق در صنایع ISIC، برابر ۰/۲ است، بنابراین صنایعی که میزان شدت انرژی آنها بین صفر و ۰/۲ است، به لحاظ شدت انرژی‌بری در وضعیت مناسب‌تری قرار دارد. بر اساس این نمودار، صنایع فلزهای اساسی بیشترین میزان شدت انرژی‌بری (۰/۹۵) و صنایع ماشین‌آلات اداری، کمترین میزان شدت انرژی‌بری برق (۰/۰۳) را دارد.



نمودار(۱): متوسط شدت انرژی برق در صنایع ISIC در سال‌های ۸۶-۱۳۷٤

منبع: محاسبه پژوهشگران با استفاده از داده‌های مرکز آمار ایران

به منظور درک بهتر موضوع، کل صنایع ISIC بر اساس شاخص متوسط شدت انرژی‌بری به دو گروه A (شدت انرژی متوسط به پایین) و B (شدت انرژی متوسط به بالا) تفکیک می‌شود. در جدول (۱) شاخص‌های آماری مربوط به دو گروه ملاحظه می‌شود. شاخص متوسط شدت انرژی نشان می‌دهد که در گروه A، صنایع غذایی و آشامیدنی، بیشترین میزان شدت انرژی (۰/۱۶۸) و ماشین‌آلات حسابگر، کمترین میزان شدت انرژی برق (۰/۰۳) را دارند. همچنین در گروه B، صنایع فلزهای اساسی، بیشترین میزان شدت انرژی (۰/۹۵) و محصولات لاستیکی، کمترین میزان شدت انرژی برق (۰/۲۳۶) را دارد.

همچنین شاخص ضریب همبستگی شدت انرژی برق و قیمت آن نشان می‌دهد که همبستگی منفی شدیدی برای همه صنایع مورد بررسی وجود دارد.

جدول (۱): شاخص‌های آماری شدت انرژی برق برای صنایع ISIC در دوره ۸۶-۱۳۷٤

	صنایع ISIC	Mean	Max	Min	S.D	Corr (EI, P)*
گروه A (شدت انرژی متوسط به پایین)	ماشین‌آلات حسابگر	۰/۰۳۰	۰/۰۷۶	۰/۰۱۰	۰/۰۲۰	-۰/۸۳۰
	وسایل موتوری	۰/۰۴۲	۰/۰۷۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	-۰/۹۱۳
	رادیو و تلویزیون	۰/۰۴۹	۰/۱۳۲	۰/۰۱۹	۰/۰۳۴	-۰/۸۷۵
	توتون و تنباکو	۰/۰۶۳	۰/۲۳۴	۰/۰۱۶	۰/۰۶۰	-۰/۸۳۵
	حمل و نقل	۰/۰۸۰	۰/۲۳۱	۰/۰۱۸	۰/۰۶۵	-۰/۹۳۳
	انتشار رسانه	۰/۰۸۳	۰/۱۴۴	۰/۰۴۵	۰/۰۳۴	-۰/۹۰۹
	محصولات شیمیایی	۰/۰۸۵	۰/۱۵۷	۰/۰۴۰	۰/۰۴۵	-۰/۸۶۵
	زغال، کک و پالایشگاه	۰/۰۹۸	۰/۵۰۳	۰/۰۱۰	۰/۱۴۶	-۰/۷۲۶
	ماشین‌آلات مولد و برق	۰/۱۰۷	۰/۲۲۷	۰/۰۳۷	۰/۰۶۶	-۰/۸۶۵
	ماشین‌آلات طبقه‌بندی نشده	۰/۱۰۸	۰/۲۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۵۷	-۰/۹۴۸
	دباغی چرم و کیف	۰/۱۱۴	۰/۲۱۰	۰/۰۴۵	۰/۰۵۴	-۰/۹۵۶
	فلزی فابریکی	۰/۱۲۴	۰/۳۱۹	۰/۰۳۲	۰/۰۸۱	-۰/۹۰۷
	مبلمان	۰/۱۲۸	۰/۲۸۹	۰/۰۳۸	۰/۰۸۵	-۰/۹۷۴
	ابزار پزشکی	۰/۱۳۰	۰/۲۷۶	۰/۰۳۵	۰/۰۷۹	-۰/۹۶۵
	پوشاک	۰/۱۵۳	۰/۴۵۲	۰/۰۳۵	۰/۱۵۶	-۰/۸۵۵
	غذایی و آشامیدنی	۰/۱۶۸	۰/۳۰۵	۰/۰۶۹	۰/۰۸۸	-۰/۹۶۷
گروه B (شدت انرژی متوسط به بالا)	محصولات لاستیکی	۰/۲۳۶	۰/۴۹۸	۰/۱۰۰	۰/۱۱۶	-۰/۹۶۰
	محصولات چوبی	۰/۲۹۷	۰/۵۱۰	۰/۱۱۶	۰/۱۴۱	-۰/۹۳۵
	منسوجات	۰/۳۴۳	۰/۵۴۸	۰/۱۵۶	۰/۱۲۹	-۰/۹۷۹
	محصولات کاغذی	۰/۴۱۷	۰/۹۲۸	۰/۱۷۶	۰/۲۰۲	-۰/۶۳۱
	بازیافت	۰/۵۱۸	۱/۶۴۸	۰/۰۷۴	۰/۴۳۸	-۰/۶۷۴
	کانی غیرفلزی	۰/۵۶۹	۱/۲۳۵	۰/۱۸۳	۰/۳۶۰	-۰/۹۶۸
	فلزهای اساسی	۰/۹۵۳	۲/۴۵۰	۰/۲۲۴	۰/۶۴۲	-۰/۹۴۰

* ضریب همبستگی میان شدت انرژی برق و قیمت برق را نشان می‌دهد.

منبع: محاسبه پژوهشگر با استفاده از آمارهای مرکز آمار ایران

معرفی مدل و نتایج تجربی

در پژوهش حاضر، اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی آن در صنایع ISIC، با استفاده از رگرسیون‌های پانل پویا بررسی می‌شود. با توجه به ادبیات موضوع و پژوهش‌های تجربی، با لگاریتم‌گیری از رابطه (۳) به دست آمده در بخش ادبیات موضوع و با انجام تعدیل‌هایی، رگرسیون زیر به دست می‌آید:

$$\ln\left(\frac{E}{Q}\right)_{it} = \alpha + \beta \ln(T)_{\mathrm{it}} + \gamma \ln\left(P_Q\right)_{it} + \delta \ln(\mathrm{P_E})_{\mathrm{it}} + +\lambda \ln\left(\frac{E}{Q}\right)_{\mathrm{it}(-1)} + \varepsilon_{it}$$

که در آن نسبت $\frac{E}{\mathrm{Q}}$ شدت انرژی برق است که با EI نشان داده می‌شود. همچنین T بیانگر فناوری است که در پژوهش حاضر، از متغیر روند زمانی استفاده شده است. متغیر $\mathrm{P_E}$ قیمت انرژی برق و متغیر $\mathrm{P_Q}$ معیاری برای قیمت سایر نهاده‌ها است که از نسبت هزینه خدمات سرمایه به هزینه خدمات نیروی کار استفاده شده است. هزینه خدمات سرمایه، هزینه‌هایی را شامل می‌شود که در بنگاه‌های اقتصادی، برای استفاده از سرمایه پرداخت می‌گردد.

داده‌های آماری مورد استفاده از مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی استخراج شده است. دوره زمانی مورد بررسی با توجه به در دسترس بودن آمارها، دوره ۸۶-۱۳۷۴ در نظر گرفته شده است. همچنین همه متغیرها با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ تعدیل شده است.

یک مسئله اساسی در استفاده از روش‌های برآوردیابی معمول، مانند روش حداقل مربعات خطا و ماکزیمم درست‌نمایی این است که این برآوردگرها در وضعیت تعداد مشاهدات زیاد و دوره زمانی کم جهت برآورد ضرایب مدل پانل پویا، ناسازگار است. همچنین ممکن است بعضی از فرض‌های معمول در مدل رگرسیون، مانند ناهمبستگی متغیر توضیحی و اجزای خطا، برقرار نباشد. بنابراین، روش‌های دیگری مانند متغیرهای ابزاری که بر اساس تفاضل‌ها عمل می‌کند، پیشنهاد شده است. زیرا به طور کلی، در یک مدل تعداد برآوردگرهای به دست آمده بر اساس این متغیرها، به ویژه برای یک پارامتر زیاد است، از این رو، روش گشتاوری تعمیم‌یافته (GMM[1]) به عنوان روشی جایگزین برای برآوردیابی مدل‌های رگرسیون خطی پویای پانلی ارائه می‌گردد. لازم به توضیح است که در این روش، متغیر وابسته با یک دوره تأخیری به عنوان متغیر توضیحی در مدل وارد می‌شود. بنابراین در مقاله حاضر، به منظور تخمین الگوهای مذکور، از رویکرد پانل پویا مبتنی بر روش تعمیم‌یافته گشتاورها استفاده شده که آرلانو- باند[2] (۱۹۹۱) بسط داده

1. Generalized Method of Moments
2. Arellano & Bond

است. در این روش، برای رفع همبستگی متغیر وابسته با وقفه و جمله خطا، وقفه متغیرها به عنوان ابزار در تخمین‌زن GMM دومرحله‌ای به کار می‌رود. همچنین برای بررسی معتبر بودن ماتریس ابزارها در روش GMM از آزمون سارگن[1] استفاده می‌شود. در این آزمون، فرض صفر بیانگر عدم همبستگی ابزارها با اجزای اخلال است. بنابراین، رد فرض صفر، اعتبار نتایج را تأیید می‌کند(بالتاجی[2]، ۲۰۰۵).

قبل از مراحل برآورد رگرسیون‌ها با روش پانل پویا، لازم به ذکر است که به منظور بررسی دقیق‌تر و با توجه به اینکه صنایع مختلف، شدت انرژی‌بری متفاوتی دارند (نمودار۱)، کل صنایع ISIC بر اساس شاخص متوسط شدت انرژی‌بری در دوره مورد بررسی به دو گروه A و B تفکیک شده است و رگرسیون فوق، برای دو گروه مذکور نیز برآورد می‌شود:

۱. صنایع گروه A: متوسط شدت انرژی آنها، بین صفر و ۰/۲ است (متوسط به پایین).

۲. صنایع گروه B: متوسط شدت انرژی بین ۰/۲ و ۱ است (متوسط به بالا).

اولین گام برای تخمین الگوهای فوق این است که از ایستایی متغیرهای الگو، باید اطمینان حاصل شود. بدین منظور از آزمون ایستایی ایم، پسران و شین استفاده می‌شود. این آزمون برای هر متغیر به گونه‌ای انجام شده است تا در صورت لزوم، شرایط ویژه هر کشور را در یک جزء ثابت لحاظ کند. برای انتخاب وقفه بهینه، از معیار شوارتز - بیزین استفاده شده است. نتایج آزمون ایستایی در جدول (۲) نشان می‌دهد که همه متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ایستا است، به عبارت دیگر، از درجه همجمعی I(0) برخوردار است.

جدول (۲): نتایج آزمون ایستایی شین و پسران

متغیر	کل صنایع		گروه A		گروه B	
	آماره	نتیجه	آماره	نتیجه	آماره	نتیجه
LEI	-۶/۳۵ (۰۰.۰۰)*	I (0)	-۲/۳۲ (۰.۰۱۰)	I (0)	-۳/۲۳ (۰.۰۰۰)	I (0)
LP_E	-۱۰/۷۷ (۰.۰۰۰)	I (0)	-۷/۱۰ (۰.۰۰۰)	I (0)	-۶/۳۵ (۰.۰۰۰)	I (0)
LP_Q	-۱/۷۳ (۰.۰۴۱)	I (0)	-۲/۱۷ (۰.۰۱۴)	I (0)	-۲/۴۰ (۰.۰۰۸)	I (0)

*اعداد داخل پرانتز، مقدار احتمال است.

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Sargan Test
2. Baltagi

نتایج الگوهای برآورد شده در جدول (۳) نشان می‌دهد که اثر قیمت انرژی برق بر شدت انرژی آن، منفی و معنی‌دار است و نظریه وجود رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضای انرژی و در نتیجه شدت انرژی را تأیید می‌کند. بر اساس این نتایج، کشش شدت انرژی برق نسبت به قیمت آن برای کل صنایع، منفی و معنی‌دار (۰/۱۲-) است، به طوری که هر یک درصد افزایش قیمت برق سبب می‌شود که شدت انرژی در کل صنایع، ۰/۱۲۸ درصد کاهش یابد. همچنین کشش برآوردی برای صنایع گروهA (شدت انرژی‌بری متوسط به پایین) و صنایع گروه B (شدت انرژی‌بری متوسط به بالا)، به ترتیب ۰/۰۵۵- و ۰/۱۱۳- است. همچنین همان‌طور که انتظار می‌رفت، اثر فناوری بر شدت انرژی برق در هر سه الگوی برآوردی، منفی و معنی‌دار است. به عبارت دیگر، با پیشرفت فناوری در طول زمان، شدت انرژی کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که کشش فناوری نسبت به شدت انرژی برق برای کل صنایع گروه A و B، به ترتیب ۰/۰۹۳-، ۰/۰۶۸- و ۰/۰۵۶- است. علاوه بر این، بر اساس نتایج مذکور، کشش قیمتی سایر نهاده‌ها نسبت به شدت انرژی برق در هر سه رگرسیون برآوردی مثبت و معنی‌دار است. به عبارت دیگر، افزایش شاخص قیمت سایر نهاده‌ها، موجب جایگزینی انرژی برق به جای نهاده‌های دیگر می‌شود. علاوه بر این، شدت انرژی دوره قبل (وقفه اول شدت انرژی برق) تأثیر بزرگ و معنی‌داری بر شدت انرژی داشته است.

همچنین شایان ذکر است که نتایج آماره سارگن در هر سه الگوی برآوردی، بیانگر اعتبار ابزارهای انتخابی است، به طوری‌که هیچ همبستگی معنی‌داری بین ابزارها و باقیمانده‌ها وجود ندارد.

جدول (۳): نتایج تخمین گشتاور تعمیم‌یافته GMM در سال‌های ۸۶-۱۳۷۴

متغیر	کل صنایع	گروه A	گروه A
LEI(-1)	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۵۴
	(۳/۶۴)	(۴/۵۶)	(۲/۹۴)
LP_E	-۰/۱۲۸	-۰/۰۵۵	-۰/۱۱۳
	(-۴/۸۳)	(-۳/۶۹)	(-۴/۲۱)
LP_Q	۰/۰۷۴	۰/۰۴۴	۰/۰۵۱
	(۲/۷۵)	(۲/۵۳)	(۳/۲۳)
T	-۰/۰۹۳	-۰/۰۶۸	-۰/۰۵۶
	(-۲/۲۴)	(-۲/۰۶)	(۱/۹۵)
R2 تعدیل‌یافته	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۸۲
آماره آزمون سارگن	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۹۳

* اعداد داخل پرانتز، بیانگر آماره t است.

منبع: یافته‌های پژوهش

طرح سیاستی آزادسازی قیمت برق

به طور کلی، حذف یارانه انرژی برق را با دو رویکرد می‌توان مورد تأمل قرار داد: تشویق صنایع با شدت انرژی‌بری کم و ایجاد محدودیت برای صنایع با شدت انرژی‌بری کم. بنابراین، به منظور تعیین اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی برق در صنایع تولیدی، کشش شدت انرژی برق نسبت به قیمت آن با استفاده از روش گشتاور پویا برای کل صنایع گروهA (شدت انرژی‌بری متوسط به پایین) و گروه B (شدت انرژی‌بری متوسط به بالا) برآورد شد. در ادامه، طرح سیاستی آزادسازی یکنواخت قیمت اسمی[1] برق در طول پنج سال (۹۳-۱۳۸۹) بر اساس توابع پویای به دست آمده بررسی می‌شود.

در سناریوی آزادسازی، فرض شدت انرژی برق در صنایع تولیدی، با در نظر گرفتن افزایش یکنواخت قیمت اسمی برق، بررسی شده است. در این سناریو، با توجه به اینکه قیمت اسمی برق در سال ۱۳۸۸، برابر با ۲۰۵.۸۶ ریال به ازای هر کیلووات ساعت بوده است، طرح سیاستی آزادسازی از سال ۱۳۸۹ اجرا می‌شود. هدف این است که با افزایش یکنواخت قیمت اسمی در یک دوره پنج‌ساله، قیمت برق در سال ۱۳۹۴ به ۸۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت برسد. از این رو، قیمت اسمی برق در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به ترتیب برابر با ۳۱۳/۲۱، ۴۲۰/۵۶، ۵۲۷/۹۱، ۶۳۵/۲۶ و ۷۴۲/۶۱ است.

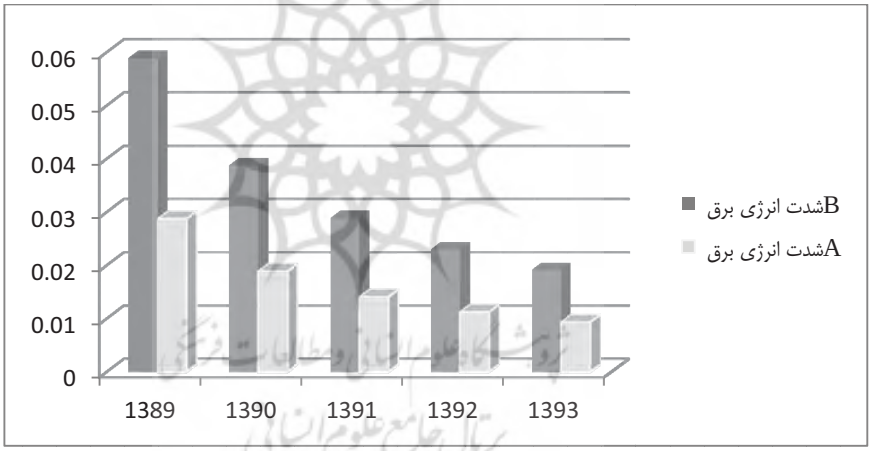
در جدول (۴) و نمودار (۲) شدت انرژی برق برای صنایع دو گروه A و B با توجه به طرح سیاستی آزادسازی قیمت برق ملاحظه می‌شود. همان طور که مشهود است، در نتیجه آزادسازی قیمت برق، شدت انرژی برق هر دو گروه کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین کاهش در میزان شدت انرژی، در سال اول اجرای سیاست آزادسازی بوده و در سال‌های بعد، از میزان کاهش شدت انرژی کاسته شده است. یعنی صنایع مورد بررسی، پس از آزادسازی قیمت برق، در سال اول واکنش بیشتری را به افزایش قیمت از خود نشان می‌دهد. همچنین کاهش شدت انرژی گروه B، بزرگ‌تر از گروه A بوده است. بنابراین، به نظر می‌رسد که پرداخت یارانه برق به صنایع، موجب کاهش غیرواقعی قیمت شده و صنایع (به ویژه صنایع با شدت انرژی‌بری زیاد) انگیزه‌ای برای استفاده از فناوری‌های بهره‌ورتر، به منظور کاهش شدت انرژی نداشته باشد.

۱. با توجه به اینکه آگاهی کاملی درباره قیمت حقیقی در طول سال‌های آزادسازی وجود ندارد، از قیمت اسمی استفاده می‌شود.

جدول (٤): شدت انرژی برق صنایع دو گروه A و B پس از آزادسازی قیمت برق

صنایع گروه B	صنایع گروه A		
شدت انرژی برق	شدت انرژی برق	قیمت برق	سال
۰/۰۵۸۹۲۶	۰/۰۲۸۶۸۱	۳۱۳/۲۱	۱۳۸۹
۰/۰۳۸۷۳	۰/۱۸۸۵۱	۴۲۰/۵۶	۱۳۹۰
۰/۰۲۸۸۴۴	۰/۰۱۴۰۳۹	۵۲۷/۹۱	۱۳۹۱
۰/۰۲۲۹۷۸	۰/۰۱۱۱۸۴	۶۳۵/۲۶	۱۳۹۲
۰/۰۱۹۰۹۵	۰/۰۰۹۲۹۴	۷۴۲/۶۱	۱۳۹۳

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار (۲): مقایسه شدت برق در گروه A و B پس از آزادسازی قیمت برق

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر حذف یارانه انرژی برق بر شدت انرژی برق در صنایع تولیدی در دوره ۸۶-۱۳۷۴ است. با توجه به اینکه صنایع مختلف، شدت انرژی‌بری متفاوتی دارد، کل صنایع بر اساس شاخص متوسط شدت انرژی‌بری به دو گروه A (صنایع با شدت انرژی‌بری کم) و B (صنایع با

شدت انرژی‌بری زیاد) تفکیک گردید. سپس با استفاده از تابع هزینه با فرم کاب- داگلاس، تابع شدت انرژی به دست آمد و با استفاده از روش پانل پویا (GMM) برآورد شد. نتایج نشان داد که رابطه منفی و معنی‌داری بین شدت انرژی برق و قیمت آن وجود دارد. همچنین با پیشرفت فناوری در طول زمان، شدت انرژی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش نشان داد که افزایش شاخص قیمت سایر نهاده‌ها، موجب جایگزینی انرژی برق به جای سایر نهاده‌ها می‌شود. همچنین شدت انرژی دوره قبل (وقفه اول شدت انرژی برق) تأثیر فراوان و معنی‌داری بر شدت انرژی داشته است. سپس با استفاده از توابع پویای به دست آمده، طرح سیاستی آزادسازی قیمت برق با فرض افزایش یکنواخت قیمت اسمی در دوره زمانی ۹۳-۱۳۸۹ اجرا شد. نتایج نشان داد که در نتیجه آزادسازی قیمت برق، شدت انرژی کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین کاهش در میزان شدت انرژی برق، در سال اول اجرای سیاست آزادسازی بوده و در سال‌های بعد، از میزان کاهش شدت انرژی کاسته شده است. بنابراین، پرداخت یارانه در کنار مزایایی که ممکن است برای صنایع داشته باشد، منجر به بروز مشکل اساسی دیگری می‌شود، به طوری که انگیزه‌ای برای استفاده از راهکارهای مناسب، به منظور کاهش شدت انرژی وجود نخواهد داشت.

نتیجه مهم پژوهش حاضر این است که اصلاح قیمت انرژی و کاهش یارانه‌های پنهان انرژی، همراه با اتخاذ سیاست‌های مناسب به منظور افزایش بهره‌وری فناوری تولید و نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات تولید، موجب بهینه‌سازی مصرف انرژی و در نتیجه، کاهش شدت انرژی صنایع خواهد شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

الف) فارسی

بهبودی، داوود، مهین اصلانی‌نیا، نسیم و سجودی، سکینه (۱۳۸۹). تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران. *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۲۶، ۱۳۰-۱۰۵.

جهانگرد، اسفندیار و تجلی، هدیه (۱۳۹۰). تجزیه شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۳۱، ۵۸-۲۵.

شریفی، علیمراد، صادقی، مهدی، نفر، مهدی و دهقان شعبانی، زهرا (۱۳۸۷). تجزیه شدت انرژی در صنایع

ایران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۳۵، ۱۱۰-۷۹.
عمادزاده، مصطفی، شریفی، علیمراد، دلالی اصفهانی، رحیم و صفدری، مهدی (۱۳۸۲). تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۸، ۱۱۸-۹۵.
قادری، فرید، آزاده، محمدعلی، خانی، مسعود و موسوی اهرنجانی، پریسا (۲۰۰۵). *کاهش شدت انرژی برق صنایع با استفاده از هدفمندسازی وضع تعرفه*. بیستمین کنفرانس بین‌المللی برق.
مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر سال‌های ۸۶-۱۳۷۴.
وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال (۱۳۸۸).

ب) انگلیسی

Al-Ghandoor, A., Jaber, J. O., Samhouri, M. & Al-Hinti, I. (2009). Analysis of Aggregate Electricity Intensity Change of the Jordanian Industrial Sector Using Decomposition Technique. International Journal of Energy Research, 33, 255-266.
Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. Review of Economic Studies, 58, 277-297.
Baltagi, B. (2005). Econometric Analysis of Panel Data. New York: John Wiley and Sons.
Bergland, C. & Soderhom, P. (2006). Modeling Technical Change in Energy System Analysis: Analysing the Introduction of Learning-by-Doing in Bottom-up Energy Models, Energy Policy, 34, 1344-1356.
Boqiang, L. & Zhujun, J. (2010). Estimate of Energy Subsidy in China and Impact of Energy Subsidy Reform. Journal of Energy Economics, 33, 283-273.
Cole, M. A. (2006). Does Trade Liberalization Increase National Energy Use?. Economics Letters, 92, 108-112.
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, 77–97.
Im, K., Pesaran, M., & Shin, Y. (2007). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. Journal of Econometrics, 115, 53-74.
Liu, C. P. & Han, G. Y.(2008). Determinants of Aggregate Energy Intensity with Consideration of Intra-industry Trade. Industrial Electronics and Applications. ICIEA 2008. 3rd IEEE Conference on Issue Date: 35- June 2008 On page (s): 716 – 719.
Reddy, B. S. & Ray, B. K. (2010). Decomposition of Energy Consumption and Energy Intensity in Indian Manufacturing Industries. Energy for Sustainable Development, 14, 35–47.
Shi, X. & Polenske, K. (2005). Energy Prices and Energy Intensity in China: a Structural Decomposition Analysis and Econometrics Study. Center for Energy and Environmental Policy Research. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Working Paper.
Suehiro, S. (2007). Energy Intensity of GDP as an Index of Energy Conservation. The Institute of Energy Economics, Japan Publish.
Wing, S. I. (2008). Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy. Resource and Energy Economics, 30, 21–49.