مجلهٔ تحقیقات اقتصادی / شمارهٔ ۸۹ / زمستان ۸۸ / صفحات ۱۵۵- ۱۲۹

جانشینی بین نهاده‌ی انرژی با سرمایه در بخش فلزات اساسی

سعید صمدی
عضو هیأت علمی گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان Samadi_sa@yahoo.com
علیمراد شریفی
عضو هیأت علمی گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان alimorad@ase.ui.ac.ir
عزیز احمدزاده
دانشجوی دکتری اقتصاد – دانشگاه تربیت مدرس ahmadzadeh80@yahoo.com
آزاد خانزادی
دانشجوی دکتری اقتصاد – دانشگاه اصفهان azad_khanzadi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۷

چکیده

یکی از مسائل مهم در رابطه با ساختار تولید و میزان استفاده از نهاده‌ها در صنعت، بررسی امکان جانشینی بین نهاده‌ها است. جانشینی انرژی با سایر نهاده‌ها، به دلیل ویژگی‌های خاص آن مانند پایان پذیری، وفور منابع انرژی و تعلق گرفتن یارانه به انواع حامل‌های انرژی در ایران، از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اینکه صنایع تولید فلزات اساسی یکی از زیر بخش‌های انرژی‌بر بخش صنعت می‌باشد که سهم نسبتا زیادی در ارزش افزوده صنعت دارد؛ هدف اصلی این تحقیق، تخمین تابع تقاضای انرژی طی دوره۱۳۷۳ تا ۱۳۸۲ در صنایع تولید فلزات اساسی بوده و در کنار آن مکمل یا جانشین بودن برق و سایر نهاده‌ها در صنعت مزبور نیز بررسی می‌شود.

با استفاده از روش داده‌های تابلویی[1] مدل‌های تقاضای نهاده برای نهاده‌های کار، سرمایه، برق، و سایرحامل‌های انرژی به عنوان داده‌های انعطاف‌پذیر در قالب فرم تابعی ترانسلوگ[2] برآورد می‌شود. در در برآورد مدل از روش اثرات ثابت[3] و رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط[4] استفاده شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به داده‌های مورد بررسی، سرمایه و برق مکمل هم هستند در حالی که سرمایه با سایر حامل‌های انرژی رابطه جانشینی دارد. جانشینی بین برق و سایر حامل‌های انرژی تایید نمی‌شود و کشش قیمتی خودی برای نیروی کار، سرمایه، برق، و برای سایر حامل‌های انرژی به‌ترتیب برابر با ۰/۴۹ –، ۰/۱۰–، ۰/۳۹–، و ۰/۳۱– برآورد گردیده است.

طبقه‌بندی JEL : D24, C23, C33

کلید واژه: تابع تقاضای نهاده، کشش‌های قیمتی و متقاطع، کشش جانشینی آلن، داده‌های تابلویی، صنایع فلزات اساسی، ایران.

1- Panel data.
3- Translog functional form.
4- Fixed effects.
5- Seemingly unrelated regression (SUR).

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

انرژی یکی از نهاده‌های تولید مهم در صنایع فلزی و در سایر بخش‌های تولیدی است، که همراه با سایر نهاده‌های تولید مانند نیروی کار و سرمایه، در فرایند تولید سهیم می‌باشد. بنابراین از عوامل تقریباً تأثیرگذار بر تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف تولیدی، قیمت نسبی انرژی در مقایسه با سایر نهاده‌هاست که بر سهم هزینه‌ی انرژی نسبت به سایر نهاده‌های تولید نیز مؤثر است و با توجه به آن جانشینی بین انرژی و سایر نهاده‌های تولید مانند کار و سرمایه انجام می‌گیرد. هم‌چنین وفور منابع انرژی مانند نفت و گاز در کشور ایران و پرداخت یارانه به تمامی حامل‌های انرژی و در نتیجه پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی نسبت به بسیاری از کشورها، می‌تواند به عنوان یک مزیت نسبی مطرح شود، البته این مزیت زمانی مفید است که سبب کاهش هزینه‌های تولید و قیمت تمام شده و افزایش قدرت رقابتی کالاهای داخلی در بازارهای بین‌المللی شود، بنابراین آگاهی داشتن از متغیرهای مؤثر بر تقاضای انرژی و میزان تأثیر هر کدام از متغیرها این امکان را به سیاست‌گذاران می‌دهد تا به برنامه‌ریزی و پیش‌بینی دقیق‌تری برای میزان تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی دست یابند.

بیش‌تر منابع انرژی مورد استفاده در صنعت کشور دارای منشاء فسیلی و در نتیجه پایان‌پذیرند. بنابراین ویژگی اساسی پایان‌پذیری انرژی، آن را از سایر نهاده‌های تولید متمایز می‌کند و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بررسی امکان‌پذیری جانشینی آن با سایر نهاده‌ها به صورت یک مسئله اساسی مطرح می‌شود. مسئله‌ی دیگر، واقعی کردن قیمت انرژی در ایران است و این که آیا اثرات منفی حذف یارانه‌ها و افزایش قیمت‌های اسمی به وسیله جانشین شدن سایر نهاده‌های تولید به جای انرژی قابل جبران است یا این‌که این جانشینی امکان‌پذیر نیست و واقعی کردن قیمت انرژی فقط منجر به افزایش قیمت تمام شده کالاها می‌شود. میزان جانشینی بین نهاده‌های مختلف نقش مهمی در پیش‌بینی اثرات مربوط به حذف یارانه‌های انرژی و اثر مالیات‌ها و هم‌چنین تغییر قیمت‌های نسبی نهاده‌ها بر رفتار بنگاه‌ها و در نتیجه قیمت محصول در فرآیند رشد صنعت بازی می‌کند. بنابراین اهمیت موضوع جانشین یا مکمل بودن انرژی با نهاده‌های سرمایه و نیروی کار و سایر نهاده‌ها مشخص می‌شود.

هم‌چنین می‌توان کاهش مصرف انرژی به‌منظور رعایت حقوق نسل‌های آینده و یا کاهش تولید گازهای آلاینده مانند Co_2 (که در نتیجه‌ی مصرف حامل‌های انرژی ایجاد می‌شوند) را مورد توجه قرار داد. در این زمینه، اگر انرژی و سرمایه مکمل هم باشند؛ آن‌گاه برای کاهش آلودگی باید هر دو نهاده‌ی انرژی و سرمایه کاهش داده شوند و این

Archive of SID

www.SID.ir

در مقایسه با حالتی که انرژی و سرمایه جانشین هم هستند هزینه‌های بیش‌تری را می‌طلبد.

از سوی دیگر بیش‌تر مطالعات قبلی هنگام محاسبه‌ی قیمت نهاده‌های تولید نیروی کار و انرژی، به تفاوت کیفیت در این دو نهاده‌ی تولید توجه نکرده‌اند. به عبارت دیگر در این حالت تفاوت قیمت نهاده‌ها می‌تواند منعکس کننده‌ی تفاوت کیفیت نهاده‌ها باشد که این با فرض برون‌زا بودن متغیرهای توضیحی در تخمین‌های ساده اقتصادسنجی منافات دارد و به‌ویژه در تخمین‌های بر پایه‌ی داده‌های برش‌های مقطعی، اعتبار تخمین را از بین می‌برد. برای برطرف کردن این مشکل تا حد امکان جامعه‌ی آماری به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که کیفیت نهاده‌های تولید مورد استفاده‌ی آن‌ها کم‌تر تغییر کند. بنابراین مطالعه به یکی از زیر بخش‌های صنعت، یعنی صنایع فلزات اساسی محدود می‌شود، که هم متغیرهای مورد استفاده از همگونی نسبی برخوردار باشند و هم بتوان بیش‌تر به جزئیات مسأله‌ی مورد مطالعه پرداخت. طبق نتایج آمارگیری از صنایع بزرگ ایران که توسط مرکز آمار ایران انجام می‌گیرد، فلزات اساسی یکی از زیربخش‌های مهم صنعت کشور است که با ایجاد ارزش افزوده‌ی نسبتاً بالا (بیش از ده درصد ارزش افزوده کل کشور و دارای رتبه‌ی سوم بعد از صنایع شیمیایی و نفت و صنایع ماشین‌آلات و محصولات فلزی[1]) در مقایسه با سایر زیربخش‌های صنعت و هم‌چنین طیف وسیع تولیدات و فعالیت‌های اقتصادی مرتبط با آن و صنایع بالادستی و پایین‌دستی نسبتاً گسترده، از اهمیت ویژه‌ای در بخش صنعت و حتی کل اقتصاد ایران برخوردار است.

ترتیب مقاله حاضر به شرح زیر است. در بخش دوم ابتدا ادبیات موضوع و مطالعات قبلی در زمینه‌ی تقاضای نهاده دربخش صنعت ارائه و مدل تقاضای نهاده و روش تخمین دربخش سوم توضیح داده می‌شود، در بخش چهارم به ارائه و ارزیابی داده‌ها اختصاص دارد. نتایج تحقیق در بخش پنجم ارائه می‌شود.

۲- ادبیات موضوع و مطالعات قبلی در زمینه‌ی تقاضای نهاده

در زمینه‌ی جانشینی بین نهاده‌های تولید و به‌ویژه انرژی با سایر نهاده‌ها، مطالعات مشابهی در کشورهای مختلف با استفاده از کشش‌های جانشینی و سایر ابزارها انجام گرفته است، که بسته به عوامل مختلف تأثیرگذار، مانند این‌که این آمارها برای چه

۱- مرکز آمار ایران- نتایج آمارگیری ازکارگاه‌های بزرگ صنعتی.

www.SID.ir

بخش‌هایی و بر اساس چه نوع داده‌هایی بوده (برش‌های مقطعی یا داده‌های تابلویی) و نتایج متفاوتی را به دست داده است و بنابراین به راحتی نمی‌توان این نتایج به دست آمده از مطالعات خارجی را برای زیر بخش‌های صنعت در اقتصاد ایران تعمیم داد. به‌عنوان مثال مطالعه‌ای جامع توسط برندت و وود[1] درسال ۱۹۷۵ انجام شد، که نشان داد سرمایه و انرژی جانشین ناخالص[2] و مکمل خالص[3] هستند، درحالی که در مطالعه‌ی بعدی،گریفین و گریگوری[4] (۱۹۷۶)، نتیجه گرفتند که این دو با هم جانشین هستند.

آپوستولاکیس[5] (۱۹۹۰)، با مروری بر ادبیات گذشته‌ی موضوع، مشاهده کرد که بیش‌تر مطالعات مبتنی بر سری‌های زمانی به این نتیجه رسیده‌اندکه انرژی و سرمایه مکمل‌اند، در حالی که مطالعات مبتنی بر برش‌های مقطعی در بین کشورها یا مناطق، حاکی از جانشینی این دو نهاده در فرایندهای تولید است (مشابه نتایجی که برندت و وود در تحقیق خود به آن دست یافتند). وی دلیل این تفاوت را به این امر نسبت داد که سری‌های زمانی روابط کوتاه مدت را منعکس می‌کنند، درحالی که تحلیل‌های مبتنی بر برش‌های مقطعی را می‌توان به عنوان تأثیرات بلندمدت درنظرگرفت. این نکته توسط آرنبرگ (۲۹۹۷)[6] نیز به اثبات رسید و می‌توان دلیل آن را این‌گونه ذکر کرد که در سری‌های زمانی برخی نهاده‌ها ثابت هستند، اما در برش‌های مقطعی نهاده ثابتی وجود ندارد، زیرا داده‌های سری‌های زمانی، مربوط به یک واحد اقتصادی است که ممکن است برخی نهاده‌های آن مانند ماشین افزار نصب شده در خط تولید در طول زمان (حتی چند ساله) ثابت باشد، که همان مفهوم کوتاه مدت است؛ در حالی که در داده‌های برش‌های مقطعی، هیچ دلیلی وجود ندارد که حجم یا نوع یک نهاده‌ی تولید در همه‌ی واحدها یکسان باشد و بنابراین قابل تغییر بودن تمام نهاده‌های تولید (مفهوم بلندمدت) مصداق می‌یابد.

مطالعات داخلی مرتبط با این مسئله هم همان‌طور که در ادامه به گزیده‌ای از آن‌ها اشاره می‌شود، بیش‌تر به‌صورتی کلی برای اقتصاد ایران و یا برای بخش صنعت بوده است. اما از آن‌جا که تکنولوژی‌های تولید، مواد اولیه‌ی مورد استفاده، اندازه‌ی بنگاه و حجم فعالیت‌ها و نوع محصولات تولید شده در بخش صنعت ناهمگون است، لذا برآورد یک تابع هزینه یا تابع تقاضای نهاده‌ها برای بخش صنعت آن هم به صورت کلی،

1- Berndt and Wood.
2- Gross substitute.
3- Net complement.
4- Griffin and Gregory.
5- Apostolakis.
6- Arnberg and Bjørner (2007).

www.SID.ir

منطقی به‌نظر نمی‌رسد. آرنبرگ و بیورنر (۲۰۰۷)، در این زمینه به نقل از سولو اظهار می‌دارند که مطالعات مبتنی بر داده‌های کلان ممکن است تخمین‌هایی از جانشینی تکنیکی بین نهاده‌های تولید ایجاد کنند که دارای تورش ناشی از تجمیع[1] باشند. برای مثال فرض کنید که بخش صنعتی فقط از دو شرکت تشکیل شده باشد، که یکی انرژی‌بَر و دیگری سرمایه‌بر باشد. شرکت انرژی‌بر از یک واحد سرمایه و دو واحد انرژی برای تولید یک واحد ستاده استفاده می‌کند، حال آن‌که شرکت سرمایه‌بر از یک واحد انرژی و دو واحد سرمایه برای تولید یک واحد ستاده بهره می‌برد. هم‌چنین اگر فرض شود که هر دو شرکت ۱۰ واحد تولید کرده و می‌فروشند، آن‌گاه تقاضای کل (هر دو بنگاه) برای انرژی و سرمایه ۳۰ واحد خواهد بود.

فرض کنید که بنگاه‌ها نتوانند دو نهاده‌ی مذکور را جانشین هم کنند (تابع تولید لئونتیف)، اما تقاضا برای محصولاتشان به قیمت بستگی داشته باشد. یک واحد افزایش در هزینه‌های مربوط به انرژی، قیمت محصول شرکت انرژی‌بر را در مقایسه با شرکت سرمایه‌بر بالا می‌برد و تولیدات شرکت انرژی‌بر به ۵ واحد کاهش می‌یابد (به‌دلیل کاهش تقاضا)؛ درحالی که تولید شرکت سرمایه‌بر به ۱۵ واحد افزایش می‌یابد. به دلیل این تغییرات تقاضا، استفاده‌ی کلی از نهاده‌ها تغییر کرده است. تقاضای کل برای نهاده‌ی انرژی به ۲۵ واحد کاهش و تقاضای کل برای نهاده‌ی سرمایه به ۳ واحد افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که درسطح کلان تغییر در قیمت نهاده‌ها به جانشین شدن نهاده‌ها منجر شده است، اما در مثال، جانشینی تکنیکی در هیچ یک از شرکت‌ها وجود نداشته و جانشینی ظاهری در سطح کلان از اثرات تقاضا ناشی می‌شود که سهم تولیدکنندگان را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

با وجود مزایای انتظاری داده‌های خرد، به نظر می‌رسد که تنها سه مطالعه از چنین داده‌هایی درسیستم‌های تخمین تقاضای نهاده‌های سرمایه، انرژی و نیروی کار در بخش کارخانه‌ای استفاده کرده‌اند. اولین مطالعه توسط وودلند (۱۹۹۳)، با استفاده از داده‌های برش‌های مقطعی تکراری برای ۱۰۰۰۰ واحد صنعتی واقع در ایالت نیوساوث ولز استرالیا در سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۵ انجام شده است. وی از یک مدل ترانسلوگ استفاده کرده که متغیرهای نهاده‌های تولید آن شامل سرمایه، نیروی کار، زغال سنگ، گاز، برق و نفت است. وودلند، به این نتیجه رسید که سرمایه، نیروی کار و انواع مختلف انرژی جانشین هم بودند.

1- Aggregation.

www.SID.ir

مطالعه‌ی دوم توسط نگوین و ستریت ویستر(۱۹۹۹)، با استفاده از داده‌های برش‌های مقطعی حاصل از ۱۰۴۱۲ کارخانه صنعتی درسال ۱۹۹۱ انجام گرفته‌است. آن‌ها هم از یک سیستم ترانسلوگ برای تخمین تقاضای نهاده‌های سرمایه ،کار، انرژی و مواد اولیه استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که تمام نهاده‌های مذکور درفرایند تولید جانشین هم هستند. این مطالعه قیمت نیروی کار را به شکل "صورتحساب دستمزدها تقسیم بر تعداد کارکنان، محاسبه کرده است. انتخاب کیفیت نیروی کار (مانند آموزش)، یک تصمیم مدیریتی مهم است که توسط خود بنگاه تعیین می‌شود. این امر به این معنی است که اولاً میانگین دستمزد سرانه‌ی کارکنان درون‌زاست و ثانیاً تفاوت در میانگین دستمزدها برای هر شرکت، بیش‌تر منعکس کننده‌ی تفاوت در کیفیت نیروی کار است تا تفاوت‌های برون‌زای حقیقی در «قیمت» نیروی کار. بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از میانگین نرخ دستمزد سبب ایجاد تورش در سیستم تقاضای نهاده‌ها شود. در مقاله‌ی نگوین و ستریت‌ویستر (۱۹۹۹)، مشکل مشابهی در رابطه با قیمت انرژی هم به چشم می‌خورد.

آنان داده‌های مربوط به انرژی را براساس BTU[1] تجمیع کرده‌اند و میانگین قیمت انرژی برای هر شرکت را با تقسیم مخارج انرژی بر انرژی تجمیع شده به‌دست آورده‌اند. درحالی که تفاوت در قیمت‌های انرژی در برش‌های مقطعی بیانگر تفاوت در محتوای انرژی است. برای مثال یک واحد انرژی الکتریکی (برق) گران‌تر از یک واحد انرژی حاصل از نفت، گاز و مخصوصاً زغال سنگ است. شرکت‌هایی که دارای فرایندهای صنعتی انرژی‌بر (مانند صنایع فولاد) هستند، بیش‌تر از ارزان‌ترین نوع انرژی استفاده می‌کنند. زیرا به‌دلیل مصرف بالای انرژی‌شان برای آنان به صرفه‌تر است که انواع خام و ارزان‌تر انرژی را مورد استفاده قراردهند. بنابراین درمطالعات مقطعی، ممکن است میانگین قیمت پایین همراه با مصرف انرژی بالا شبیه اثر جانشینی باشد، درحالی که واقعیت غیراز این است. با توجه به احتمال زیاد وجود چنین مواردی، می‌توان گفت که میانگین قیمت انرژی ممکن است در برش‌های مقطعی درون‌زا باشد، که نشان می‌دهد فرض برون‌زایی متغیرهای توضیحی مخدوش شده و به‌طور بالقوه منجر به تخمین‌های تورش‌دار خواهد شد.

اما جدیدترین و مهم‌ترین مطالعه‌ی خارجی که تا به حال انجام گرفته و با انتخاب روش تخمین داده‌های تابلویی تا حد زیادی مانع بروز ایرادات وارد به مطالعات قبلی

---

۱ - British Thermal Unit (BTU)، مقدار حرارتی است که دمای یک پوند آب را یک درجه‌ی فارنهایت بالا ببرد (ترازنامه‌ٔی انرژی ۱۳۸۴).

www.SID.ir

شده است، مقاله‌ای با عنوان "جانشینی بین انرژی، سرمایه و نیروی کار در شرکت‌های صنعتی: تحلیل داده‌های تابلویی" تسن که توسط سورن‌آرنبرگ و توماس بیورنر[1] (۲۰۰۷)، ارائه شده است. آنان در تحقیق خود مدل‌های تقاضای نهاده را با در نظر گرفتن برق، سایر حامل‌های انرژی، نیروی‌کار و سرمایه‌ی ماشین‌آلات به عنوان نهاده‌های انعطاف‌پذیر و با استفاده از تصریح توابع هزینه به صورت ترانسلوگ[2] و لاجیت خطی[3] تخمین زده‌اند. به این صورت که ابتدا با استفاده از لم شفارد، معادلات سهم هزینه‌های نهاده‌ها را برای هر کدام از تصریح‌ها آورده‌اند و با لحاظ کردن شرایط جمع‌پذیری[4] و همگنی قیمت‌ها[5]، معادلات سهم هزینه را به دو روش برش‌های مقطعی (برای قابل مقایسه بودن با مطالعات قبلی) و داده‌های تابلویی با اثرات ثابت و با استفاده از داده‌های کشور دانمارک تخمین زده و کشش‌های جزئی متقاطع و قیمتی نهاده‌ها را محاسبه کرده‌اند. نتایج آن‌ها حاکی از محدود بودن جانشینی بین برق و سایر حامل‌های انرژی است هم برق و هم سایر حامل‌های انرژی با سرمایه مکمل هستند. آنان کشش قیمتی خودی برای برق را در مدل ترانسلوگ ۲۱٪- و در مدل لاجیت خطی ۱۹٪- به‌دست آورده‌اند، به همین ترتیب در دو مدل مذکور کشش‌های قیمتی خودی را برای سایر حامل‌های انرژی ۴۵٪- و ۲۳٪- و برای نیروی کار ۸٪- و ۵٪- و برای سرمایه ۴۵٪- و ۳۸٪- محاسبه کرده‌اند.آنان هنگامی که طبیعت زمانی پانل را نادیده گرفتند، به نتایجی مشابه با وودلند(۱۹۹۳) و نگوین و ستریت‌وستر(۱۹۹۹) رسیدند، اما هنگامی که بُعد زمانی را هم در داده‌های تابلویی با مدل اثرات ثابت اعمال کردند، مشاهده کردند که هم برق و هم سایر حامل‌های انرژی با سرمایه مکمل هستند. می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که این تضاد به این دلیل ظاهر می‌شود که مدل داده‌های تابلویی روابط کوتاه مدت را به دست می‌دهد، درحالی که تخمین‌های برش‌های مقطعی را باید به صورت اثرات بلند مدت تفسیرکرد. در ادامه به گزیده‌ای از مطالعات داخلی نیز اشاره می‌شود:

- حسین باستانزاد (۱۳۷۷)، در مقاله‌ای با عنوان "برآورد کشش‌های جزئی مستقیم و متقاطع آلن برای حامل‌های انرژی در جمهوری اسلامی ایران طی دوره‌ی ۱۳۷۵-۱۳۴۷"، به محاسبه‌ی این کشش‌ها طی دوره‌ی مذکور پرداخته است. وی در

1- Arnberg,S.&T.B.Bjørner.
2- Translog.
3- Linear Logit
4- Adding up
5- Price homogeniety

www.SID.ir

ابتدا به بررسی روند مصرف حامل‌های انرژی در ایران پرداخته و سپس متغیرهای مؤثر بر مصرف انرژی را مورد بحث قرار می‌دهد. در ادامه با استفاده از تابع ترانسلوگ، معادلات تقاضای نهاده‌ی انرژی را به دست آورده و سپس با اعمال قیدهای مربوطه، آن را برای بخش‌های مختلف اقتصاد به صورت کلی تخمین زده است. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که نهاده‌های کار– سرمایه و کار- انرژی، به ترتیب با مقادیر کشش‌های جایگزینی ۲ و ۰/۶۹، رابطه‌ی جانشینی نسبت به یکدیگر داشته و نهاده‌های انرژی سرمایه رابطه‌ی مکمل (۰/۰۲-) با یکدیگر دارند.

- محمد رضا رنجبر فلاح (۱۳۷۹)، در رساله‌ی دکترای خود با عنوان "الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران"، به بررسی تقاضای انرژی در تک تک بخش‌های اقتصادی و نیز در کل کشور پرداخته است. الگوی نظری استخراج و تخمین سیستمی تقاضای انرژی در این رساله برای بخش صنعت به صورت دو مرحله‌ای است، که در مرحله‌ی اول تقاضای انرژی در کنار دیگر نهاده‌های تولید چون سرمایه، نیروی کار و مواداولیه به‌عنوان یک تابع تقاضای نهاده از تابع هزینه‌ی ترانسلوگ استخراج شده و در مرحله‌ی دوم مخارج مربوط به انرژی، به مخارج بر روی اجزای آن از قبیل فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق تفکیک شده است. نتایج حاصل از این تحقیق، به کشش ناپذیری تقاضای حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور دلالت دارد، که نگارنده آن را به دلایل ساختاری و عدم انعطاف تکنولوژیکی نسبت داده است. وی در خاتمه نتیجه‌گیری کرده است که اگر هدف از افزایش قیمت‌های انرژی، افزایش درآمدهای دولت باشد؛ این امر به خوبی محقق خواهد شد و اگر هدف، ایجاد صرفه‌جویی و تقلیل مصرف انرژی باشد، این امر به سهولت امکان پذیر نیست.

- حسن اعمی بنده قرایی (۱۳۸۵)، در رساله‌ی کارشناسی ارشد خود با عنوان" تأثیر تغییرات قیمت انرژی بر تقاضای آن در بخش صنعت ایران "، با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی به بررسی روابط بین نهاده‌های تولید سرمایه، نیروی کار و انرژی در کارگاه‌های صنعتی دارای ۵۰ نفر کارکن و بیش‌تر پرداخته است. وی با بهره‌گیری از لم‌شفارد و مشتق‌گیری از توابع هزینه‌ی ترانسلوگ و لئونتیف، به برآورد تقاضای نهاده در بلندمدت و کوتاه مدت پرداخته است. سپس کشش‌های جانشینی آلن و موریشیما و کشش‌های متقاطع بین نهاده‌های تولید را به دست آورده است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از مکمل بودن انرژی با سرمایه بوده و ازنظر میزان کشش، نهاده‌ی انرژی نسبت به قیمت‌ها بی‌کشش بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- معرفی مدل

در این مقاله از داده‌های تابلویی در سطح شرکت‌ها برای تحلیل جانشینی بین نهاده های تولید نیروی کار، سرمایه، برق و سایر حامل‌های انرژی، دربخش صنایع مرتبط با فلزات اساسی استفاده می‌شود، زیرا به نظر می‌رسد که ترکیب کیفی نیروی کار در داخل هرکدام از زیربخش‌ها از ثبات بسیار بیش‌تری برخوردار باشد و با روش داده‌های تابلویی با اثرات ثابت بتوان این مشکل را حل کرد.

تعداد زیادی ازمطالعات تقاضای نهاده از مدل ترانسلوگ (که توسط کریستنسن و همکاران (۱۹۷۳) توسعه پیدا کرد) استفاده کرده‌اند، که از فرم‌های تابعی انعطاف‌پذیر هستند. دراین‌جا از میانگین سهم هزینه‌های هر زیر گروه[۱] استفاده شده است.

نیروی کار (L)، سرمایه (K)، برق (E) و سایر حامل‌های انرژی (O) که به‌طور عمده متشکل از فراورده‌های نفتی و گاز طبیعی‌اند، نهاده‌های تولیدی انعطاف پذیر به کار رفته در مدل هستند. در این‌جا مواد اولیه به عنوان نهاده درنظر گرفته نشده است، چون گردآوری یا محاسبه‌ی قیمت‌های مواد اولیه‌ی مربوط به هر زیربخش انفرادی امکان‌پذیر نبود. بنابراین از ارزش افزوده (V) به جای تولید (Y) در معادلات تقاضای نهاده استفاده شده است. به عبارت رسمی‌تر، فرض می‌شود که مواد اولیه از سایر نهاده‌ها تفکیک‌پذیر یا جدایی‌پذیر است و حداقل کردن هزینه‌ی ترکیب K, L , E و O ، مستقل از قیمت مواد اولیه است.

در ادامه‌ی این بخش، ابتدا به معرفی مدل ترانسلوگ و تصریح آن به گونه‌ای که متغیرهای خاص گروه‌های صنایع را درتوزیع نهاده‌های مختلف دربرگیرد، پرداخته می‌شود. سپس نحوه‌ی محاسبه‌ی کشش‌های جانشینی آلن وکشش‌های قیمتی از توابع سهم هزینه نشان داده می‌شود.

۳-۱- خصوصیات عمومی تابع هزینه‌ی ترانسلوگ

درحالت دو نهاده‌ای معمولاً توابع هزینه با کشش جانشینی ثابت (CES)، به دلیل تأمین شرایط منظم بودن[۲] برای تمام مقادیر داده‌ها ترجیح داده می‌شود. اما اوزاوا (۱۹۶۲)، نشان داده است که (CES) درحالت بیش از دو نهاده بسیارمحدود است و دراین حالت باید حتماً کشش‌های جانشینی جزئی برای هر زوج از نهاده‌ها برابر باشد.

---

۱ - منظور، زیرگروه‌های تفکیک شده بر اساس کدهای چهار رقمی ISIC در صنایع مرتبط با فلزات اساسی است.

2- Regularity.

www.SID.ir

(درحالی که) بیش‌تر فرم‌های تابعی انعطاف‌پذیر، این محدودیت‌ها را ندارند. بنابراین برای رسیدن به هدف اصلی تحقیق، یعنی تخمین تابع تقاضای نهاده‌ی انرژی و بررسی روابط جانشینی بین نهاده‌ها، به پیروی از بیش‌تر تحقیقات پایه‌ای در این زمینه، از فرم تابع هزینه‌ی ترانسلوگ که یک فرم انعطاف‌پذیر است، استفاده می‌شود. از بسط مرتبه‌ی دوم سری تیلور هر تابع جبری خطی و ایجاد تغییر متغیر، یک تابع ترانسلوگ به دست می‌آید (کریستوبلوس ۱۹۷۳) [1]. در تابع انعطاف‌پذیر تعداد پارامترها باید برابر با (n+۲)(n+۱)(۱/۲) و به اندازه‌ای باشد که تمام اثرات مختلف اقتصادی از قبیل کشش‌های جانشینی، کشش‌های قیمتی، کشش مقیاس، سهم توزیع درآمد نهاده‌های تولید، شتاب تغییر فنی و...(n اثر)، قابل برآورد و محاسبه باشند. از دیگر ویژگی‌های این توابع این است که تحت شرایط خاص و اعمال محدودیت‌ها می‌توان شکل‌های تابعی دیگری از آن استخراج کرد (زمانیان، ۱۳۷۹). ابتدا شکل کلی تابع هزینه مورد نظر ارائه می‌شود و سپس با بهره‌گیری از لم شفارد، توابع تقاضای نهاده از آن استخراج و با اعمال قیود لازم برآورد می‌شود.

تابع هزینه‌ی ترانسلوگ مورد استفاده در این‌جا به پیروی از شریفی و یالمارسون (۲۰۰۰)، به صورت زیر است:

$$\ln C_{nt} = \gamma_0 + \gamma_v V_{nt} + \sum_{i=1}^{m} b_{in} \ln P_{int} + \alpha_t T + \frac{1}{2}\alpha_{vv} V_{nt}^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} \alpha_{ij} \ln P_{int} \ln P_{jnt} + \frac{1}{2}\alpha_t T^2 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{vi} V_{nt} \ln P_{int} + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{ti} \ln P_{int} T + \alpha_{yt} v_{nt} T \qquad (1)$$

که ln، نماد لگاریتم طبیعی و t هم روند زمانی است که پیشرفت فنی را نشان می دهد. از آن‌جا که روش تخمین مورد نظر داده‌های تابلویی است، به هر کدام از متغیرها اندیس‌هایn و t اضافه می‌شود، که به ترتیب بیانگر زیر شاخه‌ی فعالیت بر اساس طبقه‌بندی ISIC[2] و متغیر زمان هستند و به صورت N و n= ۱، ۲،... و f ...،n=۲،۱. تعریف می‌شوند. بنابراین در معادله‌ی (۱) و سایر معادلاتی که در ادامه می‌آید، C_{nt} هزینه‌ی کل فعالیت n ام در سال t و V_{nt} لگاریتم طبیعی ارزش افزوده ی فعالیت nام در سال t است. اندیس‌های i,j مربوط به نهاده‌ها (m نهاده) است،

1- Christensen, et. al. 1973.
2- International standard industry classification.

www.SID.ir

دراین‌جا m=۴ است. پس اندیس‌های i,j به صورت ۴ و ۳، ۲، ۱ =j و i تعریف می‌شوند، که ۱ = نیروی کار ۲= سرمایه ۳= برق و ۴= سایر انواع انرژی است.

بیش‌تر پارامترهای تابع هزینه را می‌توان از طریق تخمین توابع سهم هزینه که با استفاده از مشتق‌گیری از تابع هزینه و به کارگیری لم شفارد به‌دست می‌آیند محاسبه کرد، بنابراین معادلات سهم هزینه‌ی ترانسلوگ به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$S_i = \frac{\partial LnC}{\partial LnP_i} = \frac{P_i X_i}{C} \qquad (۲)$$

$$\Rightarrow \qquad S_{int} = b_{in} + \sum_{j=۱}^{۴} \alpha_{ij} \ln P_{jnt} + \alpha_{vi} V_{nt} + \alpha_{it} T + u_{int}$$

مفهوم تمامی اندیس‌ها مانند معادلات قبلی است و P_{jnt} قیمت نهاده‌ی j ام برای فعالیت nام در سال t است و متغیر روند نیز با T نشان داده شده است و uint هم جمله خطای نامشهود است. پارامترهای b_{in} ثابت هستند. در فرمولاسیون استاندارد مدل ترانسلوگ (TL) مبتنی بر داده‌های کلی سری زمانی یا برش‌های مقطعی، این ثابت‌ها برای تمام مشاهدات یکسان فرض می‌شوند، (یعنی $b_{in} = b_i$)، درحالی که در داده‌های تابلویی می‌توان این ثابت‌ها را برای هر شرکتی جدا در نظر گرفت. این ثابت‌ها سهم انفرادی[1] اثرات تمام نهاده‌های غیرقابل مشاهده‌ی بدون تغییر درطی زمان را که ممکن است براستفاده‌ی شرکت‌ها از ۴ نهاده‌ی تأثیر بگذارند، اندازه می‌گیرد. با توجه به این‌که پس از به دست آوردن معادله‌ی (۲) باید پارامترهای آن از طریق روش‌های مناسب آماری و اقتصادسنجی برآورد شود، لذا پس از مشتق‌گیری، جزء اخلال u_{int} نیز برای نشان دادن ویژگی آماری این معادله به آن اضافه شده است.

معادله‌ی (۳)، بر چهار معادله، به ازای هر نهاده (نیروی کار، سرمایه، برق و سایر حامل‌های انرژی) یک معادله، دلالت می‌کند، ولی از آن‌جا که جمع سهم هزینه‌ها مساوی یک است، (m-۱) معادله مستقل خطی هستند، پس هنگامی که شرایط جمع‌پذیری و همگنی نسبت به قیمت‌ها اعمال شود، برای برآورد بدون تورش معادلات سهم تقاضا، فقط (m-۱) معادله نیاز به تخمین دارد:

$$S_{int} = b_{in} + \sum_{j=۱}^{۳} \alpha_{ij} \ln \frac{P_{jnt}}{P_{۴nt}} + \alpha_{Vi} V_{nt} + \alpha_{Ti} T_t + u_{int} \qquad (۳)$$

1- Individual.

Archive of SID

www.SID.ir

از آن‌جا که به طور متوسط نهاده‌ی چهارم (سایر حامل‌های انرژی) دارای کم‌ترین سهم هزینه‌ای در میان نهاده‌ها بوده است، به عنوان نهاده‌ی مبنا[1] مورد استفاده قرار می‌گیرد، به این صورت که قیمت سایر نهاده‌ها به صورت قیمت نسبی بر حسب قیمت سرمایه در معادله‌ی سهم سایر نهاده‌ها وارد می‌شود. اگرمحدویت‌های پارامتریِ زیر درمعادلات سهم هزینه‌ی خطی (۴) اعمال شوند، مجموعه‌ای ازمعادلات تقاضای نئوکلاسیکی خوش‌رفتار را ایجاد می‌کنند، چون معادلات سهم هزینه‌ی فوق همگی از یک تابع هزینه و طبق لم شفارد به دست آمده‌اند، لذا همواره قیود تقارن را به صورت زیر خواهیم داشت:

محدودیت‌های مدل شامل

شرط تقارن: $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$

شرط جمع پذیری و همگن بودن نسبت به قیمت‌ها: $\sum b_i = \sum \alpha_{ij} = ۱$ و شرط هموتتیک بودن $\sum \alpha_{vi} = ۰$ است $\alpha_{vi} = ۰$ (Concidine,1989).

معادلات فوق براساس قیمت‌های نسبی نهاده‌ها (نسبت به قیمت سایر حامل‌های انرژی) قابل تخمین بوده و در ادامه، پارامترهای مربوط به معادله‌ی سهم هزینه‌ی سایر حامل‌های انرژی با استفاده از شرایط جمع پذیری، همگنی نسبت به قیمت‌ها و تقارن، محاسبه می‌شود. ضریب‌های به دست آمده درصورت معنی‌دار بودن به منظور برآورد کشش‌های قیمتی مستقیم و متقاطع و کشش جانشینی آلن، جهت تحلیل حساسیت تقاضای مصرفی نهاده‌ها و حامل‌های انرژی به ازای تغییرات سطوح قیمت‌های نسبی، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یک راه مناسب برای تفسیر قابلیت جانشینی بین نهاده‌های تولید، استفاده از کشش جزئی جانشینی آلن (AES) است. این کشش تغییرات درصدی در نسبت دو نهاده‌ی تولید را که ناشی از یک درصد تغییر در قیمت‌های نسبی آن‌هاست، اندازه می‌گیرد. اوزاوا (۱۹۶۲)، نشان می‌دهد که می‌توان کشش‌های جانشینی آلن را برای یک تابع هزینه‌ی عمومی C از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$AES_{ij} = \frac{CC_{ij}}{C_i C_j} \qquad (۴)$$

که در آن $C_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}$ و $C_{ij} = \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j}$ است.

2- Numerate input.

www.SID.ir

اگر بخواهیم این رابطه را در تابع هزینه‌ی ترانسلوگ مورد استفاده قرار دهیم، کشش جانشینی آلن برحسب پارامترهای تخمین زده شده به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$AES_{ij} = \frac{(\alpha_{ij} + S_i S_j)}{S_i S_j} \quad \text{و} \quad AES_{ii} = \frac{(\alpha_{ij} + S_i(S_i - ۱))}{S_i^۲} \qquad (۵)$$

رابطه‌ی بین کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع تقاضا با کشش‌های جانشینی آلن و به صورت زیر است:

$$E_{ij} = AES_{ij}.S_j \Leftrightarrow AES_{ij} = \frac{E_{ij}}{S_j} \qquad (۶)$$

در این رابطه‌ی $i \neq j, E_{ij}$، بیانگر کشش قیمتی متقاطع نهاده‌ی i نسبت به قیمت نهاده‌ی j بوده و در صورتی که $i = j$ باشد بیانگر، کشش قیمتی خودی است.

همان‌طور که می‌دانیم، درحالت کلی کشش‌های قیمتی متقاطع، متقارن نیستند، درحالی که کشش‌های جانشینی آلن متقارن هستند. سرانجام با استفاده از مقادیر برآورد شده‌ی این کشش‌ها در مورد مکمل یا جانشین بودن نهاده‌ها، نتیجه‌گیری خواهیم کرد.

با انتخاب روش تخمین داده‌های تابلویی و گردآوری داده‌ها برای سال‌های مختلف، تاحد امکان برای رفع مشکل درون‌زا بودن قیمت نهاده‌ها اقدام می‌شود. هم‌چنین از نظر حجم فعالیت نیز مطالعه به کارگاه‌های بزرگ صنعتی (کارگاه‌های دارای ۵۰ نفر کارگر و بیش‌تر) محدود می‌شود.

۳-۲- محدودیت‌های مسئله وگردآوری داده‌ها

بیش‌تر داده‌های به کار رفته در این پژوهش و به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از مجلات و نشریات مرکز آمار ایران و یا سایت مرکز آمار ایران گرفته شده است. داده‌های مربوط به قیمت‌های برق و سایر حامل‌های انرژی هم از تراز نامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۳ به دست آمده است. از آن‌جا که بیش‌تر داده‌های مورد نیاز به صورت حقیقی در دسترس نبود بنابراین داده‌های جاری و اسمی تعدیل شده به وسیله‌ی شاخص قیمت تولیدکننده برای بخش صنعت بر مبنای سال پایه ۱۳۷۶، مورد استفاده قرار گرفت.

از آن‌جا که در میان دسته‌بندی‌های آماری مرکز آمار ایران کارگاه‌های بزرگ صنعتی بخش بزرگی از ارزش افزوده‌ی بخش صنعت را به خود اختصاص داده‌اند و در بین کارگاه‌های بزرگ نیز کارگاه‌های مربوط به فلزات اساسی و صنایع فلزی جزء بخش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

با ارزش افزوده‌ی بالا هستند و هم‌چنین از همگونی بیش‌تری نسبت به کل صنعت برخوردارند؛ بنابراین موضوع بر روی کارگاه‌های بزرگ صنعتی (دارای ۵۰ نفر کارکن و بیش‌تر) مربوط به زیر گروه فلزات اساسی و صنایع فلزی تمرکز می‌یابد. در بررسی آمار مربوط به کارگاه‌های بزرگ صنعتی مرکزآمار ایران ملاحظه می‌شود که برای سال‌های قبل از ۱۳۷۳، کارگاه‌های بزرگ صنعتی به صورت کارگاه‌های دارای ۱۰ نفر کارگر و بیش‌تر گردآوری شده‌اند، ولی آمارهای مربوط به همین کارگاه‌ها برای سال‌های ۷۳ و بعد از آن به دو دسته «آمار مربوط به کارگاه‌های دارای ۱۰ تا ۴۹ نفر کارگر» و « آمار مربوط به کارگاه‌های دارای ۵۰ نفر کارگر و بیش‌تر» تفکیک شده است، بنابراین جهت حفظ یکنواختی داده‌های مربوطه، تحقیق از بُعد زمانی به دوره‌ی ۷۳ تا ۸۲ و برای کارگاه‌های دارای ۵۰ نفر کارکن و بیش‌تر محدود شده است. داده‌های مربوط به تعداد شاغلان تولیدی به تفکیک سطح مهارت (کارگر ساده- کارگر ماهر- تکنیسین- کارشناس و مهندس)، مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که تعداد شاغلان در هر کدام از این دسته‌های نیروی کار به صورت درصدی از کل نیروی کار تولیدی، برای هر زیر بخش در طول دوره‌ی مورد مطالعه ثابت مانده است، در حالی که این نسبت در بین زیر بخش‌ها و برای یک سال معین از تفاوت چشمگیری برخوردار است. با توجه به این امر، قیمت نیروی کار برای هر زیر بخش و هر سال به صورت متوسط دستمزد و حقوق سالیانه و از تقسیم «کل پرداختی بابت خدمات نیروی کار» بر تعداد کل شاغلان آن زیر بخش محاسبه شده است. یادآوری می‌شود که تعدادی از مطالعات خارجی قبلی مانند بیورنر و وودلند و ... نیز قیمت نیروی کار را به روش مشابه محاسبه کرده‌اند. قیمت "سایر حامل‌های انرژی" از طریق محاسبه‌ی میانگین وزنی قیمت حامل‌های انرژی، به صورت قیمت یک مگاژول انرژی به‌دست آمده از این حامل‌ها به جز برق محاسبه شد، که وزن اعمال شده برای هر حامل انرژی، میزان انرژی آزاد شده ازآن حامل انرژی در نظر گرفته شد. کل هزینه‌ی پرداختی برای هر زیر بخش نیز به صورت حاصل جمع ارزش افزوده و پرداختی بابت خرید سوخت و سایر حامل‌های انرژی در نظر گرفته شد. متغیر قیمت سرمایه هم به صورت زیر محاسبه می‌شود (کریستوبلوس ۲۰۰۰)[1]:

هزینه کل(C)= هزینه انرژی + ارزش‌افزوده (۷)

$$P_k = \frac{\text{(حقوق + دستمزد)- ارزش افزوده}}{\text{موجودی سرمایه}}$$

1- christopoulos,2000.

Archive of SID

www.SID.ir

اما از آن‌جا که ذخیره‌ی سرمایه نیز به صورت مستقیم در دسترس نبود، لذا برای محاسبه‌ی آن به طریقه زیر اقدام شد:

با فرض این‌که سرمایه‌گذاری خالص در طول زمان از نرخ رشدی معادل λ برخوردار باشد، می‌توان تابع سرمایه‌گذاری خالص در طول زمان را به صورت $I_t = I_\circ e^{\lambda t}$ نشان داد. با لگاریتم طبیعی گرفتن از این تابع، می‌توان آن را خطی کرده و از برآورد آن مقدار عددی نرخ رشد سرمایه‌گذاری λ را به دست آورد:

$$\ln(I_t / I_\circ) = \lambda t \Rightarrow \; I_t = I_\circ e^{\lambda t} \rightarrow \ln I_t = \ln I_\circ + \lambda t \qquad (۸)$$

در این‌جا t متغیر زمان و I نیز مقدار اولیه‌ی سرمایه‌گذاری خالص می‌باشد.

نتایج حاصل از تخمین این معادله نشان‌دهنده‌ی مقدار تقریبی λ = ۰/۰۲۸ برای دوره مورد نظر است. ازآن‌جا که ذخیره‌ی سرمایه‌ی حاصل از انباشت سرمایه‌گذاری‌های خالص در طول زمان است، بنابراین می‌توان آن‌را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$k_t = \int I_t dt = \int I_\circ e^{\lambda t} dt = \frac{I_\circ e^{\lambda t}}{\lambda} \qquad (۹)$$

اگر در اولین سال میزان t صفر در نظر گرفته شود، ذخیره‌ی سرمایه‌ی سال صفر به صورت $k_\circ = -\frac{I}{\lambda}$ در می‌آید. از آن‌جا که مقدار λ از تخمین رابطه‌ی قبلی به دست آمده و سرمایه‌گذاری خالص هم موجود است، پس به راحتی می‌توان مقدار $k_\circ$ را محاسبه کرد و ذخیره‌ی سرمایه برای هر سال را به صورت اضافه کردن سرمایه‌گذاری خالص به موجودی سرمایه‌ی سال قبل، منهای استهلاک محاسبه کرد:

$$k_t = k_{t-۱} + I_t - \delta(k_t) \rightarrow (۱+\delta)k_t = k_{t-۱} + I_t \rightarrow k_t = \frac{k_{t-۱} + I_t}{۱+\delta} \qquad (۱۰)$$

در این‌جا δ نرخ استهلاک سالیانه است که معادل ۵٪ در نظر گرفته می‌شود[۱]. (زراءنژاد، ۱۳۸۴)

---

۱ - با توجه به این‌که معمولا در ایران به‌دلیل کمبود نسبی سرمایه، ماشین آلات موجود دیرتر از رده خارج می‌شوند و نسبت سرمایه‌گذاری جایگزینی به موجودی سرمایه کم‌تر از سایر کشورهاست، لذا نرخ استهلاک سالیانه همانند رزاء نژاد ۵٪ در نظر گرفته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- برآورد مدل و نتایج آن

قبل از برآورد مدل لازم است مانایی متغیرهای مورد استفاده مورد آزمون قرار گیرد و درجه‌ی جمعی‌بودن[1] (یا درجه‌ی انباشتگی) آن‌ها مشخص شود. سپس در صورت مانا نبودن برخی از متغیرهای مورد استفاده، باید آزمون هم‌انباشتگی برای معادلات برآوردشده انجام گیرد، تا از کاذب نبودن برآوردهای به‌دست آمده اطمینان حاصل شود. آزمون‌های ریشه‌ی واحد متعددی برای تعیین درجه‌ی انباشتگی در داده‌های تابلویی[2] وجود دارند، که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: آزمون لوین، لین و چو[3] (LLC) ، آزمون‌ایم، پسران و شین[4] (IPS)، آزمون فیشر[5]، آزمون بریتونگ و می- یر[6] و آزمون Z.

آزمون Z و آزمون فیشر، برای حجم‌های کم نمونه از توان آزمون بیش‌تری برخوردارند، لذا دو آزمون یاد شده مناسب‌ترین آزمون برای بررسی درجه‌ی جمعی بودن متغیرها در این مطالعه هستند. فرضیه‌ی صفر این آزمون‌ها وجود ریشه‌ی واحد در سری زمانی مورد آزمون در یکی از مقاطع است، بنابراین رد فرضیه‌ی صفر به معنای رد وجود ریشه‌ی واحد و مانایی متغیر خواهد بود.

در پژوهش حاضر، سیستم معادلات سهم هزینه به صورت مقید و با ۵ متغیر توضیحی برآورد شده است. متغیرهای توضیحی مورد استفاده در آن به صورت زیر تعریف شده‌اند، که در ادامه آزمون‌های جمعی بودن برای هرکدام از متغیرهای یادشده و متغیرهای وابسته موجود در مدل انجام خواهدشد.

Lnpko= لگاریتم طبیعی قیمت سرمایه نسبت به قیمت سایر حامل‌های انرژی

Lnplo= لگاریتم طبیعی قیمت دستمزد و حقوق نسبت به قیمت سایر حامل‌های انرژی

Lnpeo = لگاریتم طبیعی قیمت برق نسبت به قیمت سایرحامل‌های انرژی

Lnva= لگاریتم طبیعی ارزش افزوده

t = پیشرفت فنی

برای در نظر گرفتن اثرات ثابت، انحراف از میانگین تمام متغیرها موسوم به روش درون‌گروهی[7] یا اثرات ثابت محاسبه می‌شود. سپس از داده‌های آماده شده برای برآورد

1- Degree of Integration.
2- Panel data.
3- Levin, Lin & Choi(2002).
4- Im, Pesaran&Shin(2003).
5- Fisher test.
6- Breitung & Meyer (1994).
7- within Group.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل به صورت سیستمی استفاده می‌شود.[۱] پس از تبدیل داده‌ها به صورت انحراف از میانگین، همه‌ی عرض از مبدأها از مدل حذف می‌شوند. در این‌جا نیز هنگام وارد کردن عرض از مبدأ در معادلات، تمامی عرض از مبدأها کاملاً بی‌معنی بودند، بنابراین از مدل حذف شدند. با توجه به این‌که متغیرهای مورد بررسی به صورت انحراف از میانگین مورد استفاده قرار گرفته‌اند، لذا آزمون‌های جمعی‌بودن آن‌ها نیز بر مبنای انحراف از میانگین داده‌ها انجام گرفته است. نتایج آزمون‌های فیشر و Z برای متغیرها در جدول زیر آورده شده است. هم‌چنین خروجی این آزمون‌ها که با استفاده از نرم‌افزار Eviews6 انجام گرفته، در بخش ۳ ضمیمه آورده شده است.

جدول ۱- آزمون‌های جمعی‌بودن و بررسی مانایی متغیرها

متغیر	نوع آزمون	آماره‌ی آزمون	P-VALIE	نتیجه‌ی آزمون
SK	آزمون Z	-۱/۸۶	۰/۰۳	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
	آزمون فیشر	۱۹/۹۸	۰/۰۳	متغیر مانا و I(0) است.
SL	آزمون Z	-۱/۴۷	۰/۰۶	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
				متغیر مانا و I(0) است.
	آزمون فیشر	۱۵/۹۹	۰/۱۹	فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود
				متغیر نامانا است.
dSL (تفاضل مرتبه‌ی اول SL)	آزمون Z	-۴/۴۹	۰/۰۰	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود. متغیر اصلی
	آزمون فیشر	۴۲/۰۸	۰/۰۰	با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌شود. I(1)
SE	آزمون Z	-۳/۱۹	۰/۰۰	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
	آزمون فیشر	۳۳/۳۹	۰/۰۰	متغیر مانا و I(0) است.
Lnpko	آزمون Z	-۱/۶۹	۰/۰۴	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
	آزمون فیشر	۲۶/۵	۰/۰۰۹	متغیر مانا و I(0) است.
Lnplo	آزمون Z	۱/۵۷	۰/۹۴	فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود
	آزمون فیشر	۷/۲۵	۰/۸۴	متغیر نامانا است.
dLnplo (تفاضل مرتبه‌ی اول Lnplo)	آزمون Z	-۲/۷۸	۰/۰۰۲	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
	آزمون فیشر	۲۶/۷۱	۰/۰۰۸	متغیر اصلی نامانا و I(1) است.
Lnpeo	آزمون Z	۱/۲۷	۰/۸۹	فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود
	آزمون فیشر	۷/۴۹	۰/۸۲	متغیر نامانا است.
dLnpeo (تفاضل مرتبه‌ی اول Lnpeo)	آزمون Z	-۶/۲۶	۰/۰۰	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود.
	آزمون فیشر	۶۶/۹۹	۰/۰۰	متغیر اصلی نامانا و I(1) است.
Lnva	آزمون Z	-۳/۵۱	۰/۰۰	فرضیه‌ی صفر رد می‌شود
	آزمون فیشر	۳۷/۲۱	۰/۰۰	متغیر مانا و I(0) است.

منبع: محاسبات تحقیق

۱ - خواننده‌ی محترم می‌تواند برای اطلاعات بیش‌تر در مورد چگونگی در نظر گرفتن اثرات ثابت و تبدیل داده‌ها به (Greene,2003)، که در منابع ذکر شده است، مراجعه کند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از آزمون درجه‌ی جمعی‌بودن متغیرها نشان می‌دهد که متغیرهای SK، SE، Lnpko و Lnva، جمعی از درجه‌ی صفر بوده و بنابراین مانا (در سطح) هستند. هم‌چنین متغیر SL بر اساس آزمون Z، مانا در سطح بوده و بر اساس آزمون فیشر نامانایی آن در سطح، رد نمی‌شود. برای اطمینان بیش‌تر، آزمون ریشه‌ی واحد برای تفاضل مرتبه‌ی اول این متغیر انجام شده و نتایج به دست آمده نشان دهنده‌ی مانایی کامل SL پس از یک بار تفاضل‌گیری هستند. بنابراین نتیجه می‌شود که متغیر SL نامانا در سطح بوده و I(1) است. به همین ترتیب متغیرهای Lnplo و Lnpeo نیز در سطح نامانا بوده و I(1) هستند. ملاحظه می‌شود که هیچ‌کدام از متغیرهای مورد بررسی جمعی از مرتبه‌ی ۲ یا بالاتر نیستند. در معادلات مربوط به آزمون مانایی متغیرها، اثرات فردی و روندهای فردی برای سری زمانی هرکدام از ۶ زیرگروه‌صنایع فلزات اساسی در نظر گرفته شده است، که این امر سبب عمومیت و قابلیت اعتماد بیش‌تر آزمون است.

در ادامه، نتایج حاصل از تخمین مدل‌های ارائه شده در بخش ۳ ارائه می‌شود. ابتدا پارامترهای برآورد شده در کنار آزمون هم‌جمعی و سپس کشش‌های جانشینی آلن وکشش‌های قیمتی مشتقه ارائه می‌شوند.

۱-۴ - نتایج تخمین

با توجه به این‌که سیستم معادلات سهم هزینه که از تابع هزینه‌ی کل به دست می‌آیند، اجزای اخلال مستقل از هم ندارند و هم‌چنین لازم است که حتماً قیود بین معادلات (جمع‌سازی، همگنی نسبت به قیمت‌ها و تقارن) اعمال شود؛ بنابراین برآورد معادلات به‌صورت تکی کارایی لازم را نداشته و معادلات باید به صورت سیستمی تخمین زده شوند. بنابراین از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری (ISUR) برای برآورد معادلات استفاده شده و از همبستگی بین اجزای اخلال معادلات برای کارآیی برآورد مدل استفاده می‌شود. البته به منظور آزمون کردن قیود تقارن، ابتدا مدل به صورت نامقید و بدون اعمال قیود تقارن برآورد و سپس با استفاده از آماره‌ی آزمون والد درستی قیدها آزمون شده است و همانطور که در جدول ۲ آمده است، درستی قیود تقارن در مدل رد نمی‌شود.

با وارد کردن متغیر روند (t) در معادلات مدل به عنوان جایگزینی برای تأثیر پیشرفت فنی، امکان بررسی تأثیر پیشرفت فنی بر شدت استفاده از نهاده‌ها در طول دوره‌ی مورد بررسی فراهم می‌شود. هم‌چنین وارد کردن ارزش افزوده در معادلات

Archive of SID

www.SID.ir

برآورد شده امکان آزمون همگن بودن تابع تولید نسبت به ستاده در صنایع مرتبط با فلزات اساسی را فراهم می‌کند. برای این آزمون‌ها از تابع آزمون والد استفاده گردید و نتایج به دست آمده مطابق جدول ۲ نشان می‌دهد که فرضیه‌های صفر هموتتیک بودن تابع تولید (صفر بودن ضرایب مربوط به lnva) و عدم تأثیر متقابل پیشرفت فنی و قیمت‌ها در تابع هزینه و بنابراین عدم وجود روند در سهم هزینه‌ها در دوره‌ی مورد بررسی، رد می‌شوند.

جدول ۲- آزمون قیدهای تقارن، همگنی و وجود روند

فرضیه‌ی صفر	آماره‌ی آزمون والد χ^2	درجه‌ی آزادی	Prob
قیود تقارن بین معادلات وجود دارد.	۰/۸۷۱۱	۳	۰/۸۳۲۴
همگنی نسبت به ستاده	۱۷/۸۳۴۷۴	۳	۰/۰۰۰۵
عدم وجود روند و تأثیر پیشرفت فنی	۱۶/۰۳۷	۳	۰/۰۰۱۱

منبع: محاسبات تحقیق

بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که تکنولوژی تولید در صنایع مرتبط با فلزات اساسی نه همگن و نه هموتتیک است و بنابراین نمی‌توان متغیرهای مربوط به لگاریتم ارزش افزوده را از مدل حذف کرد. به عبارت دیگر با تغییر سطح تولید و ارزش افزوده‌ی ایجاد شده، هزینه‌های انجام شده بابت هر کدام از نهاده‌ها نیز تغییر می‌کند؛ به گونه‌ای که همراه با افزایش سطح تولید، مخارج انجام شده روی نهاده‌های نیروی کار و سرمایه افزایش پیدا کرده و مخارج انجام شده روی نهاده‌های برق و سایر حامل‌های انرژی کاهش می‌یابد. علاوه بر آن تغییرات تکنولوژیکی در طی دوره‌ی مورد بررسی، بر روی تقاضای نهاده‌ها و سهم هزینه‌ی آنان از کل هزینه‌ی تولید تأثیر معنی‌داری دارد؛ به این ترتیب که در طی دوره مورد بررسی تکنولوژی تولید به سمت استفاده‌ی بیش‌تر از نهاده‌ی برق و استفاده‌ی کم‌تر از سایر نهاده‌ها تغییر کرده‌است. به عبارت دیگر در فرایند تولید در این دوره، نهاده‌ی برق جانشین سایر نهاده‌ها شده است.

با توجه به این‌که برخی از متغیرهای مورد استفاده در برآورد مدل دارای ریشه واحد بوده و جمعی از مرتبه‌ی اول هستند، لذا برای اطمینان از جعلی نبودن رگرسیون و قابلیت اطمینان به برآوردهای به‌دست آمده از پارامترها، ضروری است که آزمون هم‌جمعی[1] برای هر کدام از معادلات انجام گیرد. برای این منظور آزمون ریشه‌ی واحد بر روی باقیمانده‌های حاصل از برآورد هر یک از معادلات برآورد شده با استفاده از

1- Cointegration.

www.SID.ir

آماره‌های آزمون و فیشر انجام می‌شود.[۱] نتایج مربوط به آزمون هم‌جمعی مدل برآورد شده در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳- آزمون هم‌جمعی معادلات مدل

متغیر	نوع آزمون	آماره‌ی آزمون	P-VALUE	نتیجه‌ی آزمون
باقیمانده‌ی معادله‌ی اول (SE)	آزمون فیشر	۳۶/۹۸	۰/۰۰	فرض‌صفر رد می‌شود و متغیرها هم‌جمعند.
	آزمون Z	-۳/۹۴	۰/۰۰	
باقیمانده‌ی معادله‌ی دوم (SK)	آزمون فیشر	۳۴/۰۵	۰/۰۰	فرض‌صفر رد می‌شود و متغیرها هم‌جمعند.
	آزمون Z	-۳/۲۵	۰/۰۰	
باقیمانده‌ی معادله‌ی سوم (SL)	آزمون فیشر	۲۱/۹۹	۰/۰۳	فرض‌صفر رد می‌شود و متغیرها هم‌جمع‌اند.
	آزمون Z	-۱/۳۹	۰/۰۸	

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج آزمون ریشه‌ی واحد جملات پسماند هر کدام از معادلات مدل دلالت بر آن دارد که متغیرهای موجود به شیوهی تصریح شده در معادلات مدل هم‌جمع هستند، بنابراین برآوردهای انجام شده جعلی نبوده و قابل اطمینان‌اند. پارامترهای برآورد شده از تخمین مدل برای داده‌های سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۲ که با استفاده از مدل اثرات ثابت به‌دست‌آمده، در جدول ۴ ارایه شده‌اند. ضرایب مربوط به قیمت نسبی سرمایه و سایر حامل‌های انرژی در معادله‌ی سهم هزینه‌ی نیروی کار منفی هستند. هم‌چنین پارامترهای برآورد شده‌ی مربوط به قیمت نسبی برق و سایر حامل‌های انرژی در معادله سهم هزینه‌ی سرمایه و پارامتر مربوط به قیمت نسبی برق در معادله‌ی سهم هزینه‌ی سایر حامل‌های انرژی، منفی بوده و سایر پارامترهای مدل مثبت هستند. از چهار معادله‌ی سهم، سه معادله‌ی آن به‌طور مستقیم برآورد شده و پارامترهای مربوط به معادله‌ی سهم هزینه‌ی نهاده‌ی چهارم با استفاده از قیود اعمال شده و پارامترهای سایر معادلات به دست آمده‌اند.

۱ - باید دقت کرد انجام آزمون هم‌جمعی برای متغیرهای $I(1)$ و $I(0)$ در کنار هم، می‌تواند به لحاظ تکنیکی مشکل‌زا باشد، اما با توجه به این‌که فعلا راه‌حل مشخصی برای رفع این مشکل وجود ندارد و هم‌چنین قیود اعمال شده بین معادلات مانع از آن می‌شود که ضرایب متغیرهای $I(1)$، به راحتی مقدار صفر اختیار کنند و چون هدف این پژوهش به دست‌آوردن بردارهای هم‌جمعی (با روش‌های مرسوم سری‌زمانی) نیست و روش برآورد مدل، روش SUR است، لذا می‌توان از این نقص آزمون هم‌جمعی در این پژوهش چشم‌پوشی کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد پارامترهای مدل

	پارامتر	ضریب	انحراف معیار	t-Statistic	Prob.
LL	α_{11}	۰/۰۹۶۵۴	۰/۰۲۱۶	۴/۴۶۷	۰
LK	α_{12}	-۰/۱۱۱۶	۰/۰۱۵۱۷	-۷/۳۵	۰
LE	α_{13}	۰/۰۱۹۹	۰/۰۱۷۷	۱/۱۲۲	۰/۲۶۳۲
LO	α_{14}	-۰/۰۰۴۸			
KK	α_{22}	۰/۱۴۶	۰/۰۱۶۴۰	۸/۸۸	۰
KE	α_{23}	-۰/۰۴۳۷	۰/۰۱۳۲	-۳/۳۰	۰/۰۰۱
KO	α_{24}	۰/۰۰۹۳			
EE	α_{33}	۰/۰۲۹۷	۰/۰۲۴۵	۱/۲۰۹	۰/۲۲۸
EO	α_{34}	-۰/۰۰۵۹			
OO	α_{44}	۰/۰۰۱۴			
VL	α_{V1}	۰/۰۳۰۷	۰/۰۲۳۵	۱/۳۰۸	۰/۱۹۲
VK	α_{V2}	۰/۰۵۰۶	۰/۰۲۳۹	۲/۱۱۳	۰/۰۳
VE	α_{V3}	-۰/۰۵۲۴	۰/۰۱۷۵	۲/۹۹-	۰/۰۰۳
VO	α_{V4}	-۰/۰۲۸۹			
TL	α_{T1}	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۱۷۷۰	۲/۵۴۲۷۴۴	۰/۰۱۱۹
TK	α_{T2}	-۰/۰۰۱۰۶۱	۰/۰۰۲۵۱۳	-۰/۴۲۲۲۶۲	۰/۶۷۳۴
TE	α_{T3}	-۰/۰۰۶۱۶۸			
TO	α_{T4}	-۰/۰۰۲۷۵۷			

منبع: محاسبات تحقیق

۴-۲ -کشش‌های تقاضای مشتقه

کشش‌های جانشینی آلن وکشش‌های قیمتی تقاضای مشتقه درجدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده‌اند. درهر دو جدول کشش‌ها در میانگین سهم هزینه‌ها ارزیابی شده‌اند. کشش‌های قیمتی مدل اثرات ثابت کوچک هستند. کشش قیمتی خودی برای سرمایه، کوچک بوده و حدود ۰/۱۴۳- است و نشان می‌دهد که تقاضای سرمایه نسبت به تغییرات قیمت کالاهای سرمایه‌ای حساسیت زیادی ندارد. نیروی کار هم کشش قیمتی خودی برابر با ۰/۳۷- دارد، که از معادل آن برای سرمایه، بزرگ‌تر است. کشش‌های آلن

Archive of SID

www.SID.ir

معادل آن‌ها نیز به ترتیب ۰/۲۳- و ۱/۳۹- می‌باشد. کشش قیمتی خودی برای تقاضای برق (۰/۵۹۷-)، کوچک‌تر از کشش‌های قیمتی سایرحامل‌های انرژی (۰/۸۹۵-) است و نشان می‌دهند که در مقایسه با برق، تقاضای سایر حامل‌های انرژی، بیش‌تر نسبت به تغییر قیمت خودشان واکنش نشان می‌دهند. البته کشش‌های آلن متناظر برای برق و سایرحامل‌های انرژی بزرگ‌تر هستند و این تفاوت‌های زیاد بین کشش‌های آلن و قیمتی به‌دلیل سهم هزینه‌هاست.

جدول ۵- کشش‌های جانشینی آلن

AES	L	K	E	O
L	۱/۳۹-	۰/۳۲۳	۱/۷۷	۰/۱۵۳-
K		۰/۲۳-	۰/۲۷۷	۱/۹۵۳
E			-۶/۱۳۷	-۲/۸۶
O				-۵۷/۶

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۶-کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع

کشش قیمتی	L	K	E	O
L	-۰/۳۷۰	۰/۲۰۱	۰/۱۷۲	-۰/۰۰۲
K	۰/۰۸۵	-۰/۱۴۳	۰/۰۲۷	۰/۰۳۰
E	۰/۴۶۹	۰/۱۷۲	-۰/۵۹۷	-۰/۰۴۵
O	-۰/۰۴۰	۱/۲۱	-۰/۲۷۸	-۰/۸۹۵

منبع: محاسبات تحقیق

کشش‌های جانشینی آلن و قیمتی متقاطع بین برق و سایر حامل‌های انرژی منفی هستند که حنشان می‌دهند برق و سایر حامل‌های انرژی همیشه جانشین هم نیستند. این حالت ممکن است بیش‌تر در بنگاه‌هایی مصداق داشته باشد که در خط تولید آنان دسته‌ای از ماشین افزارها فقط با برق کار کرده و دسته‌ای دیگر امکان تغذیه از برق را نداشته باشند و در عین حال برای تولید لازم باشد که این دو دسته از ماشین افزار به طور موازی و هم‌زمان کار کنند و بین این دو دسته از ماشین افزار امکان جانشینی نباشد؛ همانند بخش‌های مختلف کارخانجات تولید آلومینیم.

Archive of SID

www.SID.ir

کشش‌های آلن و قیمتی متقاطع بین نیروی کار و نهاده‌های برق و سرمایه مثبت بوده و نشان می‌دهند که نیروی کار برای نهاده‌های برق و سرمایه جانشین است و نهاده‌های برق و سرمایه هم می‌توانند تا حدودی جانشین نیروی کار شوند.کشش‌های قیمتی متقاطع نشان می‌دهند که تقاضای نیروی کار نسبت به تغییرات قیمت سایر حامل‌های انرژی بی‌کشش (نزدیک به صفر) هستند و بنابراین می‌توان گفت که استخدام و به کارگیری نیروی کار، مستقل از قیمت سایر حامل‌های انرژی است و برعکس. با توجه به این موارد می‌توان اظهار داشت که تفکیک نهاده‌ی انرژی به برق و سایر حامل‌ها در ارتباط با جانشینی با نیروی کار نیز دارای اهمیت است.

کشش‌های آلن و قیمتی متقاطع بین سرمایه و برق به ترتیب ۰/۲۷۷+ و ۰/۰۲۷ به دست آمده‌اند که مثبت بوده و بیانگر این است که سرمایه و برق جانشین هم هستند.

کشش‌های آلن و قیمتی متقاطع بین سرمایه و سایر حامل‌های انرژی هم به ترتیب ۱/۹۵۳+ و ۰/۰۳۰+ است که مثبت بوده و به معنی جانشین بودن سرمایه و سایر حامل های انرژی غیراز برق می‌باشد. بنابراین در طی دوره‌ی مورد بررسی چه برق و چه سایر حامل‌های انرژی در صنایع مرتبط با فلزات اساسی، با سرمایه رابطه‌ی جانشینی داشته‌اند.

۴-۳- مکمل یا جانشین بودن سرمایه و انرژی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد که تفاوت قایل شدن بین برق و سایر حامل‌های انرژی دارای اهمیت است. چون اولاً در این پژوهش حتی جانشین بودن برق و سایر حامل‌های انرژی تأیید نمی‌شود و ثانیاً اگر چه برق و سایر حامل‌های انرژی هر دو با سرمایه مکمل هستند، اما کشش‌های جانشینی مربوط به این دو نهاده، با سرمایه و نیروی کار، تفاوت زیادی با هم دارد. در این زمینه باید اظهار داشت که اگرچه برای بسیاری از مواردی که از یکی از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود (با تغییراتی جزیی در ماشین‌آلات) می‌توان از سایر سوخت‌ها نیز استفاده کرد؛ ولی در مورد برق این جانشینی امکان ندارد و حتی اگر هم امکان داشته باشد از نظر بنگاه‌ها مقرون به صرفه و اقتصادی نیست. به عبارت بهتر، اولاً تجهیزات برقی به راحتی و در کوتاه مدت به تجهیزات دیگر تبدیل نمی‌شوند و برعکس، زیرا تبدیل آن‌ها تقریبا مستلزم تعویض تمامی ماشین‌الات (کل موتورهای) مربوط به تولید نیروی محرکه است، که با توجه به سرمایه بری زیاد آن در تغییرات قیمت نسبتا پایین، به نظر اقتصادی نمی‌رسد؛ ثانیا برخی تجهیزات و دستگاه‌ها مانند سیستم‌های روشنایی و پردازش اطلاعات (کامپیوترها

Archive of SID

www.SID.ir

و دستگاه‌های جانبی و مرتبط) اساسا از لحاظ فنی قابلیت بهره‌برداری با سایر حامل‌های انرژی را ندارند و چنین سیستم‌هایی در دنیای اقتصاد اطلاعات هر روز از اهمیت بیش‌تری برخوردار می‌شوند.

به نظر می‌رسد که رابطه‌ی جانشین یا مکمل بودن سرمایه و انرژی، بیش‌تر به این امر بستگی دارد که آیا پرداختی بابت سرمایه به صورت تعمیر ماشین آلات وجبران استهلاک است یا خرید ماشین آلات جدید؟ وهم‌چنین این‌که سرمایه‌های جدید مورد استفاده در بنگاه از نوع ارزان قیمت و پر مصرف است یا کم مصرف و کارا؟ البته تمام ماشین آلات با استفاده از حامل‌های انرژی کار می‌کنند و به‌طور حتم بدون یکی از آن‌ها تولید امکان‌پذیر نیست. اگر بنگاه بخواهد به‌دلیل ارزان شدن برخی نهاده‌ها یا افزایش تقاضای محصول یا هر دلیل دیگر سطح فعالیت و تولید خود را افزایش دهد؛ اما منابع مالی کافی برای سرمایه‌گذاری نداشته باشد، یا افق برنامه‌ریزی آن‌قدر کوتاه مدت باشد که توسعه‌ی خط تولید ممکن نباشد، بنگاه برای افزایش تولید از تمام ظرفیت‌های ممکن استفاده کرده و نهاده‌ی انرژی را هم بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌دهد و هزینه‌ی سرمایه نیز بالاتر می‌رود وبرعکس. بنابراین سرمایه و انرژی خود را به صورت مکمل نشان می‌دهند.

به طور مشابه اگر بنگاه ظرفیت تولید بیکار داشته باشد، نیازی به سرمایه‌گذاری خالص مثبت و خرید تجهیزات سرمایه‌ای نمی‌بیند و هزینه‌ی سرمایه‌ی آن صرفاً به صورت تعمیر و نگهداری از ماشین آلات موجود است که مورد بهره برداری قرار می گیرند (سرمایه‌گذاری جایگزینی یا جبران استهلاک). در چنین حالتی می‌توان گفت که چون استفاده‌ی بیش‌تر از ظرفیت‌ها، به معنای مصرف انرژی بیش‌تر نیز هست و برعکس؛ بنابراین هزینه‌های مربوط به سرمایه و انرژی به موازات هم تغییر کرده و این‌طور به نظر می‌رسد که سرمایه و انرژی در این حالت هم مکمل باشند.

اما اگر امکان خرید ماشین آلات جدید وجود داشته باشد (بلند مدت)، بنگاه می‌تواند با توجه به قیمت حامل‌های انرژی و ماشین آلات، ماشین آلات ارزان و پر مصرف[1] و یا ماشین آلات پیشرفته و گران‌تر ولی کم مصرف و کارا را خریداری کند و بنابراین در چنین حالتی سرمایه و انرژی تا حد زیادی می‌توانند جانشین هم شوند، زیرا برای یک سطح تولید مشخص افزایش هزینه‌ی سرمایه‌گذاری سبب افزایش هزینه‌های ثابت بنگاه

۱- منظور مصرف انرژی است.

www.SID.ir

و کاهش هزینه‌های متغیر آن،که عمدتاً به صورت هزینه‌های پرداختی بابت حامل‌های انرژی است، می‌شود[۱].

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت که جانشین کردن سایر نهاده‌ها به جای حامل‌های انرژی بسیار محدود است و برای این امر لازم است که اولاً قیمت نسبی حامل‌های انرژی آنقدر تغییر کند که تغییرات فنی لازم برای جانشین کردن سایر نهاده‌ها به جای انرژی اقتصادی مقرون به صرفه شود و ثانیاً بنگاه‌ها توان مالی لازم برای ایجاد چنین تغییراتی را داشته باشند. بدین منظور کاهش دادن قیمت کالاهای سرمایه‌ای و یا حداقل جلوگیری از افزایش قیمت آن، در کنار افزایش قیمت حامل‌های انرژی و هم‌چنین تخفیف‌های مالیاتی و تسهیلات لازم برای پشتیبانی مالی بنگاه‌ها، در صورت لزوم و یا ایجاد انگیزه و تشویق بنگاه‌ها برای ارتقای سطح کارایی و بهره‌وری و خرید ماشین‌آلات کم مصرف‌تر و با تکنولوژی بالاتر، می‌تواند در جهت جلوگیری از اتلاف و اسراف منابع انرژی کشور مؤثر باشد.

۶- فهرست منابع

۱- اعمی بنده قرایی، حسن(۱۳۸۵) *"تأثیر تغییرات قیمت انرژی بر تقاضای آن در بخش صنعت ایران، مطالعه‌ی موردی کارگاه‌های صنعتی دارای ۵۰ نفر کارگر و بیش‌تر"*، پایان نامه‌ی چاپ نشده‌ی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- باستانزاد حسین.(۱۳۷۷)، برآورد کشش‌های جزئی مستقیم و متقاطع آلن برای حامل‌های انرژی در جمهوری اسلامی ایران طی دوره‌ی ۱۳۷۵-۱۳۴۷، مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۳۳، صص۳-۲۷.

۳- دفتر برنامه‌ریزی انرژی (۱۳۸۵) *ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۳*، تهران: انتشارات معاونت امور انرژی وزارت نیرو.

۱- خواننده‌ی محترم می‌تواند برای مباحث تکمیلی و مشاهده‌ی تحلیل‌ها و نتایج به‌دست آمده‌ی مشابه در بلند مدت و کوتاه‌مدت به Apostolakis, B.E (1990)، Arnberg,S.& T.B.Bjørner (2007) و مخصوصاً به Frondel, M. & C.M. Schmidt (2002) مراجعه فرماید.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- دفتر برنامه‌ریزی انرژی (۱۳۸۶) *ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۴*، تهران: انتشارات معاونت امور انرژی وزارت نیرو .

۵ - رنجبر فلاح، محمد رضا. (۱۳۷۹) "*الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران*"، پایان نامه‌ی چاپ نشده‌ی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶- زراء نژاد، منصور و بهروز قنادی.(۱۳۸۴).«*تخمین تابع بهره‌وری نیروی کار در بخش صنایع استان خوزستان*». فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران شماره‌ی ۲۴ صص ۳۳-۵۲

۷- زمانیان، غلامرضا. (۱۳۷۹)، *برآورد تابع هزینه‌ی ترانسلوگ فرآورده‌های طولی آن جایی در شرکت ذوب آهن اصفهان*"، پایان نامه‌ی چاپ نشده‌ی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده‌ی علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان.

۸- سایت مرکز آمار ایران به آدرس: www.sci.org.ir

۹- واریان،هال. (۱۹۹۲)، *تحلیل اقتصاد خرد*، ترجمه‌ی رضا حسینی، چاپ اول، تهران: نشر نی ۱۳۷۸.

10- Apostolakis B.E. (1990) "Energy–capital substitutability/complementarity the dichotomy". Energy Economics Vol. 12 (1) pp.48–58.

11- Arnberg S., T.B.Bjørner (2007) "Substitution between energy, capital and labour within industrial companies; A micro panel data analysis", Resource and energy economics, Vol. 22 (2) , pp. 122-136

12- Berndt, E.R., D.O. Wood(1975) "Technology, prices and the derived demand for energy". Review of Economics and Statistics Vol. 57 (3) pp. 259–268.

13- Bjørner T.B., M. Togeby H.H. Jensen (2001) "Industrial companies' demand for electricity: evidence from a micro panel". Energy Economics Vol. 23 (5) pp. 595–617.

14- Breitung, J. and Meyer, W., (1994), Testing for Unit Roots in Panel Data: Are Wages on Different Bargaining Levels Cointegrated? Applied Economics, Vol. 26, pp. 353-361.

15- Chambers R. G. (1994) "Applied production analysis" U.S.A., Cambridge University press.

16- Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., Lau L.J.(1973) "Transcendental logarithmic production frontiers". Review of Economics and Statistics Vol. 55 pp. 28–45.

17- Considine, T.J. (1989a). "Separability, functional form and regulatory policy in models of interfuel substitution". Energy Economics Vol.11 (2), pp. 82–94.

Archive of SID

www.SID.ir

18- Considine, T.J. (1989b) “Estimating the demand for energy and natural resource inputs—trade-offs in global properties”. Applied Economics Vol. 21 (7) pp. 931–945.
19- Considine T.J., Mount T.D. (1984) “The use of linear logit models for dynamic input demand systems.” Review of Economics and Statistics Vol. 66 (3) pp. 434–443.
20- Christensen L.R., D.W. Jorgenson, L.J. Lau (1973) “Transcendental logarithmic production frontiers” Review of Economics and Statistics Vol. 55 pp. 28–45.
21- Frondel, M., C. M. schmidt (2002) “The capital-Energy Controversy: An Artifact of Cost Shares?” The Energy Journal Vol. 23(3) pp. 53-81
22- Greene w.h. (2003) “econometric analysis” , New York- Macmillan
23- Griffin, J.M., Gregory, P.R. (1976) “An intercountry translog model of energy substitution responses” American Economic Review Vol.66 (5) pp.845–857.
24- Im, K. S., M. H. Pesaran, and Y. Shin (2003). "Testing for unit roots in heterogeneous panels," Journal of Econometrics, Vol. 115, pp. 53-74.
25- Levin, A., C. F. Lin, and C. Chu (2002): "Unit root tests in panel data: asymptotic and finitesample properties," Journal of Econometrics, Vol.108, pp. 1-24.
26- Okanude A.(1993) “production cost structure of U.S. Hospital pharmacies” Journal of Applied Economics Vol. 8 ,pp.227
27- Nguyen, S.V., M.L. Streitwieser, ,(1999) “Factor substitution in U.S. manufacturing: does plant size matter?” Small Business Economics, Vol. 12 pp. 41–57.
28- Sharifi, A., Lennart hjalmarsson (2000) “Productivity Performance of The Iranian Electric Power Industry” Iranian Economic Review Vol. 4(4) pp. 80-104.
29- Solow, J.L. (1987) The capital energy complementarity debate revisited. American Economic Review Vol. 77 pp. 605–614.
30- Urga G., Chris Walters (2003) “Dynamic translog and linear logit models: a factor demand analysis of interfuel substitution in US industrial energy demand” Energy economics Vol. 25 pp. 1-21.
31- Woodland, A.D. (1993) “A micro-econometric analysis of the industrial demand for energy in NSW” Energy Journal Vol.14 (2) pp. 57–89.

Archive of SID

www.SID.ir