تحقیقات اقتصادی، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص ۳۱-۵۰

تحلیل تقاضای پویای عوامل تولید در بخش صنعت ایران

ابوذر شاکری

کارشناس ارشد رشتهٔ توسعهٔ اقتصادی و برنامه‌ریزی aboozar.shakeri@gmail.com

علیمراد شریفی*

عضو هیئت علمی و دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان (نویسندهٔ مسئول) asharifi@istt.org

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۹

چکیده

تحلیل تقاضای انرژی در صنایع همواره یکی از موضوعات مهم در تحقیقات اقتصادی است. این مسئله برای کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه ایران که دارای منابع ارزان انرژی است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا سهولت یا سختی جانشینی نهادهٔ انرژی را با سایر نهاده‌های تولید در صورت تغییر قیمت‌های نسبی نمایان می‌کند. در این تحقیق، برای تحلیل تقاضای نهاده‌ها مدل‌های پویای نسل سوم تقاضای نهاده به کار گرفته شد تا سرعت تعدیل سرمایه در صنایع کارخانه‌ای نیز مشخص شود. داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش مربوط به صنایع کارخانه‌ای ایران بر اساس کدهای دو رقمی طبقه‌بندی بین‌المللی ISIC طی سال‌های ۱۳۷۴ - ۱۳۸۶ است. با استفاده از فرم تابعی لئونتیف تعمیم‌یافته و برآورد پارامترهای آن، به روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل، نتیجه حاکی از این است که بین سرمایه، الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی رابطهٔ مکملی برقرار است و سرعت تعدیل نهادهٔ سرمایه بسیار پایین است همچنین، نیروی کار نهاده‌ای پست محسوب می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: C33, L6, L60, Q42

کلیدواژه‌ها: مدل‌های تقاضای نهاده، لئونتیف تعمیم‌یافته، داده‌های تابلویی، صنایع کارخانه‌ای ایران، حامل‌های انرژی، نهادهٔ پست.

* اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشگاه اصفهان، دانشکدهٔ علوم اداری و اقتصاد، کد پستی: ۸۱۷۴۶-۷۳۴۴۱
تلفن: ۷۹۳۲۰۴۰-۳۱۱-۹۸+

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

از مسائل مهم در ساختار تولید و میزان استفاده از نهاده‌ها در صنعت، می‌توان به تحلیل تقاضای نهاده‌های تولید و بررسی امکان جانشینی بین نهاده‌ها اشاره کرد. در این میان نهادهٔ انرژی به سبب ویژگی‌های خاص آن مانند پایان‌پذیری، ارتباط مستقیم با آلودگی هوا، وفور منابع آن و تعلق‌گرفتن یارانه به انواع حامل‌های آن در ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین، بررسی تأثیر تغییرات قیمت نهاده‌ها در تقاضای آنها و امکان جانشینی نهاده‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

مطالعات مرتبط با تقاضای نهاده‌های تولیدی به نتایج متناقضی در امکان جانشینی دو نهادهٔ انرژی و سرمایه دست یافته‌اند. مطالعاتی که بر اساس داده‌های سری زمانی بوده‌اند انرژی و سرمایه را مکمل یافته‌اند. برخی از این مطالعات عبارت‌اند از: برنت و جورگنسون (۱۹۷۳)، برنت و وود (۱۹۷۵) و فاس (۱۹۷۷)[1]. در مقابل مطالعاتی که بر اساس داده‌های ترکیبی بوده‌اند انرژی و سرمایه را جانشین یکدیگر دانسته‌اند. برخی از این مطالعات عبارت‌اند از: گریفین و گرگوری (۱۹۷۶) و پین‌دایک (۱۹۷۷)[2]. نتایج متناقض این مطالعات علل مختلفی می‌تواند داشته باشد از جمله: مجموعه داده‌های متفاوت و روش‌های اندازه‌گیری مقادیر نهاده‌ها و قیمت آنها همچنین، تمایز و اختلاف بین کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت. نتایج متفاوت این مطالعات سبب شد که برنت و وود نظریهٔ جدیدی را، در تفسیر رابطهٔ انرژی و سرمایه، مطرح کنند. این دو پژوهشگر اثبات کردند که صرف اتکا به داده‌های سری زمانی یا داده‌های مقطعی قادر نیست رابطهٔ جانشینی یا مکمل‌بودن را توضیح دهد، بلکه در واقع ارتباط میان این دو نهاده از نوع جانشینی ناخالص[3] و مکملی خالص[4] است و جانشین‌بودن یا مکمل‌بودن این دو بستگی به برایند اثر قیمتی حامل‌های انرژی دارد (برنت و وود، ۱۹۷۹).

در مطالعهٔ اپوستولاکیس[5] (۱۹۹۰)، با داده‌های سری زمانی این دو نهاده رفتار مکمل و در مطالعات با داده‌های ترکیبی رفتار جانشینی داشته‌اند. داده‌های سری زمانی انعکاس روابط در کوتاه‌مدت و داده‌های ترکیبی تأثیرات بلندمدت را نشان می‌دهند (آرنبرگ و بیورنر[6]، ۲۰۰۷).

تأثیر افزایش قیمت انرژی در تولید، بهره‌وری و تقاضای آن بستگی به دیگر عوامل تولیدی مثل نیروی کار، سرمایه و محصولات واسطه دارد که می‌توانند جانشین نهادهٔ انرژی شوند. میزان تأثیر مالیات و کاهش انگیزه برای تشکیل سرمایه در تولید، بهره‌وری و قیمت‌ها بستگی به رابطهٔ بین

1. Berndt and Jorgenson (1973), Berndt and Wood (1975), Fuss (1977)
2. Griffin and Gregory (1976), Pindyck (1977)
3. Gross substitute
4. Net complement
5. Apostolakis
6. Arenverg and Biorner, 2007

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی و سرمایه در تولید دارد؛ مخصوصاً به اینکه آیا رابطهٔ انرژی و سرمایه به صورت جانشینی است یا مکملی؟ اگر انرژی و سرمایه مکمل باشند، افزایش قیمت انرژی منجر به کاهش نرخ تشکیل سرمایه در نتیجه، منجر به کاهش رشد بهره‌وری نیروی کار می‌شود. در مقابل، اگر انرژی و سرمایه جانشین باشند، افزایش قیمت انرژی منجر به تقویت هرچه بیشتر تشکیل سرمایه می‌شود، و اگر قیمت‌های انرژی به‌کندی افزایش یابند، انگیزه برای تشکیل سرمایه می‌تواند از نظر کمِی بیشتر باشد (برنت و فیلد[1]، ۱۹۸۱، ص۸۴).

بنابراین، با توجه به اینکه جانشین‌بودن یا مکمل‌بودن دو نهادهٔ انرژی و سرمایه باعث می‌شود که تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران اقتصادی ـ مبنی بر افزایش یا کاهش قیمت انرژی ـ نتایج متفاوتی داشته باشد، بایستی نوع این ارتباط را با روش‌ها و مدل‌های کارامدی شناسایی کرد. از این‌رو، توجه به مدل‌های پویا در زمینهٔ یافتن رابطهٔ بین دو نهادهٔ انرژی و سرمایه امری ضروری به نظر می‌رسد.

تمرکز این پژوهش بر مدل‌های تقاضای نهاده‌ای است و به مسیر تعدیل، مسیری که از تعادل کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت است، توجه دارد. بنابراین، هدف این مطالعه به‌کاربردن مدل‌های پویای تقاضای نهاده برای تحلیل تقاضای انرژی و دیگر نهاده‌ها در صنایع ایران همچنین، تصریح این مدل‌ها برای تعیین رابطهٔ بین امکانات جانشینی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت است.

۲. مدل‌های پویای تقاضای نهاده

مدل‌های ایستای تقاضای نهاده به طور ضمنی فرض می‌کنند که تمامی نهاده‌ها به طور آنی، به سمت سطح تعادلی بلندمدت‌شان تعدیل می‌شوند. از این‌رو، مدل‌های ایستای تقاضای نهاده نمی‌توانند به‌درستی رفتار اقتصادی واقعی را نشان دهند. در حقیقت، نپذیرفتن محدودیت‌های اقتصادی (همگنی قیمت و تقارن) یا هم‌بستگی پی‌درپی باقیمانده‌ها نشانه‌هایی از ناپویایی است (مورنا[2]، ۲۰۰۷).

مدل‌های پویای تقاضای نهاده با این هدف معرفی شدند که بتوان بر مشکلات بالا فائق آمد. مدل‌های پویای نسل‌های اول و دوم را ندیری و روزن[3] (۱۹۶۹) معرفی کردند. لوکاس[4] (۱۹۶۷) نسل سوم مدل‌های پویای تقاضای نهاده را معرفی و برای اولین بار فرایند تعدیل را به صورت نظری بیان کرد.

مدل‌های نسل اول مدل‌های تک‌معادله‌ای هستند که از تعدیل جزئی کویک[5] استفاده می‌کنند. نقش

1. E, R. Berndt and B, C. Field
2. Morena
3. Nadiri and Rossen
4. Lucas
5. Koyck partial adjustment

Archive of SID

www.SID.ir

تئوری اقتصاد در این مدل‌ها محدود شده است و تعامل با دیگر نهاده‌ها حذف شده است. مدل‌های نسل دوم به‌وضوح تقاضای نهاده‌های مرتبط به هم را با عکس‌العمل تقاضای کوتاه‌مدت بنگاه ادغام می‌کنند، اما نقش تئوری اقتصاد هنوز محدود است (در اینکه تأثیر نهاده‌های اقتصادی در مسیر زمانی تعدیل[1] از کوتاه‌مدت به بلندمدت به صورت آشکار بیان نشده است). مدل‌های نسل سوم صریحاً شامل بهینه‌سازی پویا می‌شوند؛ در نتیجه، کشش‌های قیمتی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را به دست می‌دهند. ویژگی عمدهٔ مدل‌های نسل سوم این است که میزان بهره‌برداری از ظرفیت[2] در مدل تعریف و لحاظ می‌شود (برنت و فیلد، ۱۹۸۱). در این نسل از مدل‌های پویا، تابع هزینهٔ تعدیل به صورت تابعی از سرمایه‌گذاری خالص در نهاده‌های شبه‌ثابت تعریف و به تابع هزینهٔ کل اضافه می‌شود. راه‌حل ممکن برای فرایند حداقل‌سازی هزینه کاربرد مسئلهٔ بهینه‌سازی پویاست که در دو مرحله اجرا می‌شود. در مرحلهٔ اول، الگوی ساختاری حداقل‌کردن هزینه تحت انتظارات کلی و نامعین اجرا می‌شود؛ در مرحلهٔ دوم، انتظارات تعیین‌شده و جواب‌های به‌دست‌آمده از مرحلهٔ قبل به‌درستی تصحیح می‌شود (لوکاس، ۱۹۶۷ و موریسون، ۱۹۷۸). بنابراین، مسیر تعدیل از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت به واقع مسیر بهینه است و ضرایب تعدیل که از این الگوی حداقل‌سازی هزینه به دست می‌آید مستقل از مقدار متغیرهای برون‌زا در حالت تعادل بلندمدت خواهد بود (تریدوی، ۱۹۷۴).

۳. مروری بر مطالعات پیشین

۱.۳. مطالعات خارجی

مدل‌های پویای نسل سوم در اواخر دههٔ ۱۹۶۰ با مطالعات لوکاس، گولد و تریدوی معرفی شدند. پس از این در اواخر دههٔ ۱۹۷۰ برنت، فاس و واورمن[3] (۱۹۸۰، ۱۹۷۷) این مدل را گسترش دادند. برنت، موریسون و واتکینز[4] (۱۹۸۱) در مطالعه‌ای با عنوان «مدل‌های پویای تقاضای انرژی: برآورد و مقایسه» هر سه نسل از مدل‌های پویا را بررسی کردند. آنها بیان کردند که ویژگی بارز مدل‌های پویای نسل سوم در معرفی نهادهٔ شبه‌ثابت نهفته است؛ نهاده‌ای که در کوتاه‌مدت ثابت است، ولی در بلندمدت متغیر در نظر گرفته می‌شود. از دیگر ویژگی‌های این مدل معرفی تابع هزینهٔ تعدیل برای عوامل شبه‌ثابت است که می‌توان آنها را به دو صورت درونی یا بیرونی در نظر گرفت.

والفریدسون[5] (۱۹۸۷)، با مدل‌های پویای تقاضای نهاده، رابطهٔ بین جانشینی نهاده‌ها در

1. Time path of adjustment
2. Capacity utilization
3. Berndt, Fuss and Waverman
4. Berndt, Morrison and Watkins
5. Bo Walfridson

Archive of SID

www.SID.ir

کوتاه‌مدت و بلندمدت را بررسی کرده است. وی با استفاده از تابع هزینهٔ درجهٔ ۲ به این نتیجه رسید که نرخ تعدیل برآوردشدهٔ موجودی سرمایه برای تمامی صنایع به طور معنی‌داری کمتر از واحد است (۰/۲)، و این نشان‌دهندهٔ تعدیل نسبتاً کند شوک‌های قیمت انرژی است. همچنین، جانشینی یا مکملی بین سرمایه، الکتریسیته و سوخت‌ها به نسبت اندک است. کشش‌های تولیدی کوتاه‌مدت برآوردشده، به‌ویژه برای نیروی کار و حامل‌های سوخت، همانند بلندمدت است.

لی و همکاران[1] (۱۹۹۴) در پژوهشی ساختار تولید صنایع کارخانه‌ای سه کشور کره، ژاپن و تایوان را با مدل‌های تقاضای نهادهٔ به‌هم‌وابسته (پویای نسل سوم) تحلیل و مقایسه کردند. آنها، برای برآورد ضرایب، روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل[2] را به کار بردند. مهم‌ترین نتایج آنها به شرح زیر است:

۱. ضریب تعدیل برای موجودی سرمایه در ژاپن بزرگ‌تر از تایوان و کره است؛
۲. در کوتاه‌مدت، و حتی در میان‌مدت، فقط بازار نیروی کار غیرماهر کره کشش‌های تولیدی بالا داشته است؛
۳. در هر سه کشور، سرمایه و نیروی کار ماهر مکمل، و مواد خام و نیروی کار ماهر جانشین یکدیگرند.

ندیری و پروچا[3] (۱۹۹۹) با مدل‌های تقاضای نهادهٔ به‌هم‌وابسته به بررسی و تحلیل ساختار تولید، تقاضای عوامل متغیر و شبه‌ثابت و بهره‌وری پرداختند. برخی از یافته‌های آنها عبارت‌اند از:

۱. ضریب تعدیل موجودی سرمایهٔ فیزیکی ۰/۲ و سرمایهٔ تحقیق و توسعه ۰/۱۵ است؛
۲. عوامل متغیر نیروی کار و مواد خام در کوتاه‌مدت به‌شدت به تغییرات سطح تولید حساس‌اند. کشش‌های تولیدی عوامل شبه‌ثابت، موجودی سرمایه و R&D در کوتاه‌مدت کوچک‌اند و طی زمان افزایش می‌یابند.

آرنبرگ و بیورنر[4] (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای با عنوان «جانشینی بین انرژی، سرمایه و نیروی کار در کارگاه‌های صنعتی: تحلیل داده‌های تابلویی» مدل‌های تقاضای نهاده را با تصریح توابع هزینه به صورت ترانسلوگ[5] و لاجیت خطی[6] تخمین زدند. آنها معادلات را به دو روش برش‌های مقطعی و داده‌های تابلویی با تأثیرات ثابت تخمین زدند و کشش‌های جزئی متقاطع و قیمتی نهاده‌ها را محاسبه کردند. آنها دریافتند به‌رغم اینکه کشش‌های قیمتی و متقاطع به‌دست‌آمده در حالت تابع

1. Y. J. Lee., H. S. Nah & D. S. Lee.
2. Full Information Maximum Likelihood
3. Nadiri and Prucha
4. Arenberg, S. & T.B.Bjørner
5. Translog
6. Linear Logit

Archive of SID

www.SID.ir

ترانسلوگ همگی بزرگ‌تر از حالت تابع لاجیت خطی‌اند، در هر دو مدل، جانشینی بین نهاده‌های برق و سایر انرژی‌ها اندک است همچنین، برق و سایر انرژی‌ها با سرمایه مکمل‌اند.

۲.۳. مطالعات داخلی

تاکنون، در داخل کشور مطالعه‌ای که موضوع پژوهش حاضر را پوشش دهد انجام نشده است. در اینجا به چند مطالعه اشاره می‌شود که دربارهٔ برآورد توابع تقاضای نهاده‌ها در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

حیدری (۱۳۸۵) در مقاله‌ای با عنوان «تخمین توابع تقاضای کوتاه‌مدت و بلندمدت عوامل تولید در بخش صنعت ایران»، با تابع هزینهٔ تعمیم‌یافتهٔ لئونتیف، تقاضا برای نهاده‌های تولیدی در کوتاه‌مدت و بلندمدت را به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط[1] برآورد کرده است. وی نتیجه گرفته است که، با توجه به کشش‌های متقاطع برآوردشده، میان نهادهٔ انرژی و هر کدام از دو نهادهٔ دیگر (نیروی کار و سرمایه) جایگزینی نسبتاً محدودی امکان دارد.

رنجبر فلاح (۱۳۷۹) در رسالهٔ دکترای خود، با عنوان «الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران»، به بررسی تقاضای انرژی در تک‌تک بخش‌های اقتصادی همچنین، کل کشور پرداخته است.

الگوی نظری وی دو مرحله‌ای است که در مرحلهٔ اول، تقاضای انرژی در کنار دیگر عوامل تولید به‌منزلهٔ یک تابع تقاضای مشتقه از تابع هزینهٔ ترانسلوگ استخراج شده و در مرحلهٔ دوم، مخارج مربوط به انرژی به اجزای آن از قبیل فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق تفکیک شده است.

وی برای تخمین مدل از داده‌های فصلی بخش صنعت برای دورهٔ (۱۳۶۷-۱۳۷۶) استفاده کرده است. نتایج این تحقیق به کشش‌ناپذیری تقاضای حامل‌های انرژی در بخش‌های متعدد اقتصادی کشور دلالت دارد که آن را با عوامل ساختاری و انعطاف‌ناپذیری و چسبندگی‌های تکنولوژیکی مرتبط دانسته است.

۴. مدل‌های پویای نسل سوم تقاضای نهاده

ویژگی کلیدی مدل‌های پویای تقاضای نهادهٔ نسل سوم معرفی هزینه‌های تعدیل برای نهاده‌های شبه‌ثابت است. ایزنر و استورتز[2] (۱۹۶۳) برای اولین بار وقفه‌های تعدیل را معرفی کردند. لوکاس[3] (۱۹۶۳) نتایج ایزنر و استورتز را به وضعیت نهاده‌های شبه‌ثابت چندگانه تعمیم داد. از طرف دیگر،

1. Seemingly Unrelated of Regression (SUR)
2. Eisner and Strotz
3. Lucas

Archive of SID

www.SID.ir

گولد[1] (۱۹۶۸) و لوکاس (۱۹۶۷) توابع هزینهٔ تعدیل را متناسب با سرمایه‌گذاری ناخالص، به‌منزلهٔ هزینهٔ جایگزین، تعریف کردند. در نهایت تریدوی[2] (۱۹۶۹) هزینه‌های تعدیل را به صورت قیدی معرفی کرد که به تابع هزینه اضافه می‌شوند.

این نسل از مدل‌ها را برنت، فاس و واورمن[3] (۱۹۷۷،۱۹۸۰) توسعه دادند. در این مدل‌های پویا، نهاده‌ها به‌منزلهٔ متغیر و شبه‌ثابت دسته‌بندی می‌شوند. عامل شبه‌ثابت به این معنی که در کوتاه‌مدت ثابت و در بلندمدت متغیر است.

فرض کنیم که صنعت با بازار رقابتی عوامل روبه‌رو است، که عوامل متغیر $v = (v_j)$, $j=1,\ldots,m$ در قیمت $\overline{w} = (\overline{w}_j)$ خریداری می‌شوند و عوامل شبه‌ثابت $x = (x_i)$, $i=1,\ldots,n$ در قیمت‌های $q = (\overline{q}_j)$؛ امکانات تولیدی بنگاه در دورهٔ t با تابع تولید شبه‌مقعر زیر بیان می‌شود:

(۱) $$Q(t) = F(v(t), x(t), t)$$

بر اساس تئوری دوگانگی بین هزینه و تولید، فرایند حداقل‌کردن هزینهٔ بنگاه را می‌توان با تابع هزینهٔ مقید نرمال‌شده[4] به صورت زیر نشان داد:

(۲) $$C(t) = \sum_j v_j w_j = G(Q(t), w(t), x(t), t)$$

که $w_j = \overline{w}_j / \overline{w}_1$ قیمت عامل j نرمال‌شده با قیمت عامل ۱ است.

تقاضا برای عوامل متغیر، به جز نهادهٔ اول، بر اساس لم شپارد[5] از تابع هزینه مشتق می‌شود:

(۳) $$v_j = \frac{\partial G}{\partial w_j} \quad j = 2, \ldots, m$$

در حالی که، تقاضا برای اولین نهاده از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

(۴) $$v_1 = G - \sum_{j=2}^{m} w_j \frac{\partial G}{\partial w_j}$$

در بلندمدت، بنگاه ارزش فعلی مجموع هزینه‌های عوامل متغیر، هزینه‌های خرید عوامل شبه‌ثابت و هزینه‌های تعدیل را حداقل می‌کند.

(۵) $$L(0) = \sum_i q_i x_i(0) + \int_0^{\infty} e^{-rt}[G(t) + \sum_i u_i x_i + \sum_i D_i(\dot{x}_i)]dt$$

که $u_i = q_i(r + \delta_i)$ هزینهٔ فرصت نرمال‌شدهٔ i-امین نهادهٔ شبه‌ثابت، r نرخ بهره و q_i قیمت نرمال‌شدهٔ i-امین نهادهٔ شبه‌ثابت است. $D(\dot{x}_i)$ تابع هزینهٔ تعدیل نهادهٔ شبه‌ثابت است. اولین

1. Gould
2. Treadway
3. Berndt, Fuss and Waverman
4. Normalized restricted cost function
5. Shepherd's Lemma

Archive of SID

www.SID.ir

عبارت سمت راست رابطهٔ (۵) ارزش اولیهٔ موجودی نهادهٔ شبه‌ثابت و مقداری ثابت است بنابراین، در فرایند بهینه‌سازی وارد نمی‌شود. حداقل‌کردن این رابطه با توجه به متغیر وضعیت x_i و متغیر کنترل $\dot{x}_i$ می‌تواند با تابع هامیلتون[1] بیان شود و پس از اعمال شرایط لازم به رابطهٔ زیر تبدیل شود:

$$(۶)\quad -\frac{\partial G}{\partial x_i} - u_i - rD_i'(\dot{x}_i) + D_i^{"}(\dot{x}_i)\frac{d\dot{x}_i}{dt} = 0$$

تقاضای بهینه برای عوامل شبه‌ثابت از حل این مجموعه معادلات به دست می‌آید، که با x_i^* مشخص شده‌اند. تریدوی[2] (۱۹۷۴، ۱۹۷۱) نشان داد که معادلات تقاضا برای عوامل شبه‌ثابت می‌توانند برای تعادل بلندمدت در یک سیستم معادلات خطی دیفرانسیلی به صورت زیر تقریب زده شوند:

$$(۷)\quad \dot{x} = B^*(x^* - x)$$

B^* ماتریس ضرایب تعدیل است.

وقتی فقط یک نهادهٔ شبه‌ثابت داشته باشیم، این ماتریس به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$(۸)\quad B^* = \lambda = -1/2\left(r - \left[r^2 + \frac{4G_{KK}}{D^{"}(0)}\right]\right)^{1/2}$$

λ همان ضریب تعدیل و تابعی کاهنده از نرخ تنزیل است.

۴. ۱. الگو بر اساس تابع هزینهٔ لئونتیف تعمیم‌یافته

به طور کلی، با فرض وجود سه نهادهٔ متغیر تولید شامل نیروی کار، الکتریسیته و انرژی به ترتیب با قیمت‌های P_L، P_E و P_F و یک نهادهٔ شبه‌ثابت یعنی موجودی سرمایه همچنین، سطح ستاده (Q)و عامل زمان t (شاخص تغییرات تکنولوژی) تابع هزینهٔ تعمیم‌یافتهٔ لئونتیف به صورت زیر بیان‌شدنی است[3]:

$$(۹)\quad G = Q\left(\sum\sum \beta_{ij}\left(P_iP_j\right)^{\frac{1}{2}} + \sum \beta_{Ki}\frac{K}{Q}P_i + \sum \beta_{Qi}QP_i + \sum \beta_{ti}tP_i + \beta_K\frac{K}{Q} + \beta_{KT}\frac{K}{Q}t + \beta_Q Q + \beta_{KQ}K + 1/2\beta_{KK}\left(\frac{K}{Q}\right)^2 + 1/2\beta_{QQ}Q^2\right)$$

در این رابطه $i,j = E, F, L$ است. همچنین فرض بر این است که تقارن برقرار است، یعنی:

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}$$

1. Hamilton
2. Treadway
3. Bo Walfridson (1987)

Archive of SID

www.SID.ir

این تابع هزینهٔ غیرهموتتیک[1] است و در آن پیشرفت فنی غیرخنثی است. بر این اساس برخی ایرادات بر این تابع وارد است: اول، تغییرات سالانه در نسبت نهاده به ستاده به پیشرفت فنی نسبت داده می‌شود بنابراین، پیشرفت فنی طی دورهٔ مورد مطالعه ثابت در نظر گرفته می‌شود؛ دوم، کشش تولیدی برای تمامی نهاده‌ها یکسان فرض می‌شود در حالی که، بایستی کشش تولیدی برای نهاده‌ها ثابت فرض شود.[2]

با درنظرگرفتن پیشرفت فنی خنثی به صورت $e^{\tau t}$، می‌توان تابع هزینهٔ لئونتیف را به صورت زیر نوشت:

$$G = Qe^{\tau t}(\sum\sum \beta_{ij}\left(P_iP_j\right)^{\frac{1}{2}} + \sum \beta_{Ki}\frac{K}{Q}e^{-\tau t}P_i + \sum \beta_{Qi}QP_i +$$
$$(۱۰)\ \sum \beta_{ti}tP_i + \beta_K\frac{K}{Q}e^{-\tau t} + 1/2\beta_{KK}\left(\frac{K}{Q}\right)^2 e^{-2\tau t})$$

تقاضا برای حامل‌های انرژی، الکتریسیته و نیروی کار با لم شپارد از تابع هزینه مشتق می‌شوند:

$$F = \frac{\partial G}{\partial P_F} = Qe^{\tau t}(\beta_{FF} + 1/2\beta_{FE}\left(\frac{P_E}{P_F}\right)^{\frac{1}{2}} + 1/2\beta_{FL}\left(\frac{1}{P_F}\right)^{\frac{1}{2}} +$$
$$(۱۱)\ \beta_{KF}\frac{K}{Q}e^{-\tau t} + \beta_{QF}Q + \beta_{TF}t)$$

برای تصریح معادلات بلندمدت فرض می‌کنیم که تابع هزینهٔ تعدیل $D(.)$ تابعی درجهٔ ۲ از سرمایه‌گذاری خالص، $\dot{K}$، است:

$$(۱۲)\ D\left(\dot{K}\right) = 1/2\delta_{KK}\dot{K}^2$$

با توجه به شرط حداقل‌کردن هزینه، رابطهٔ (۶) به این صورت بیان می‌شود:

$$(۱۳)\ -G_K - u_K - r_K\dot{K} + \delta_{KK}\frac{d\dot{K}}{dt} = 0$$

$-G_K$- قیمت سایه‌ای موجودی سرمایه، r_K، است و با مشتق‌گیری از رابطهٔ (۱۰) به دست می‌آید:

$$(۱۴)\ r_K = -\frac{\partial G}{\partial K} = -(\beta_K + \beta_{KE}P_E + \beta_{KF}P_F + \beta_{KK}\frac{K}{Q}e^{-\tau t})$$

و سهم هزینه‌ای موجودی سرمایه برابر می‌شود با:

$$(۱۵)\ S_K = \frac{\partial \ln G}{\partial \ln K} = \frac{\partial G}{\partial K}K/G = -r_K\ K/G$$

---

1. Non Homotetic

۲. همان

Archive of SID

www.SID.ir

قیمت سایه‌ای سرمایه، r_K، در بلندمدت با هزینهٔ فرصت سرمایه، u_K، برابر است. بنابراین، با مشتق‌گیری از رابطهٔ (۱۰) و در شرایط رشد مداوم $\dot{K} = \frac{d\dot{K}}{dt} = 0$، و حل برای K^* خواهیم داشت:

$$(۱۶)\quad K^* = \left(-\frac{1}{\beta_{KK}}\right) Q^* e^{\tau t}(\beta_K + u_K + \beta_{KE}P_E + \beta_{KF}P_F)$$

حال اگر $\dot{K}$ را به صورت تقریبی با $\Delta K = K(t) - K(t\text{-}1)$ نشان دهیم، انباشت سرمایه به‌منزلهٔ فرایند تعدیل به صورت زیر بیان شود:

$$(۱۷)\quad \Delta K = \lambda(K^*(t) - K(t-1))$$

سرانجام سرمایهٔ تعدیل‌شده را به این صورت می‌توان بیان کرد:

$$(۱۸) K(t) = \lambda K^*(t) + (1-\lambda)K(t-1)$$

این معادله همراه با تابع هزینه و معادلات تقاضای الکتریسیته و انرژی تخمین زده خواهد شد. بنابراین، تابع هزینه همراه با توابع تقاضای الکتریسیته، حامل‌های انرژی، موجودی سرمایهٔ بهینه و فرایند تعدیل موجودیِ سرمایه سیستم معادلاتی را تشکیل می‌دهند که به روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل برآورد می‌شود.

۱.۱.۴. کشش‌ها

از آنجا که تعدیل موجودی سرمایه زمان‌بر است و عوامل متغیر به موجودی سرمایه وابسته است بنابراین، کشش‌ها در سه دورهٔ زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بررسی می‌شوند. در این بخش کشش‌های مربوط به حامل‌های انرژی را به دست می‌آوریم. کشش‌های بقیهٔ عوامل به طور مشابه به دست می‌آیند.

کشش‌های کوتاه‌مدت

کشش‌های قیمتی:
$$(۱۹)\quad \epsilon^S_{FF} = \frac{\partial F}{\partial P_F} P_F/_F = -1/4 P_F^{-\frac{3}{2}} Q e^{\tau t}(\beta_{EF} P_E^{\frac{1}{2}} + \beta_{FL})$$

کشش‌های تولیدی:
$$(۲۰)\quad \epsilon^S_{FQ} = \frac{\partial F}{\partial Q} Q/_F = 2\beta_{QF} Q e^{\tau t} Q/_F$$

Archive of SID

www.SID.ir

کشش‌های میان‌مدت

موجودی سرمایه با ضریب λ تعدیل می‌شود. بنابراین، کشش‌های میان‌مدت به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$(۲۱)\ \epsilon_{FF}^{M} = \epsilon_{FF}^{S} + \frac{\partial F}{\partial K}\lambda\frac{\partial K}{\partial P_F}{P_F}/{K} = \epsilon_{FF}^{S} + (\lambda^2\beta_{KF}^2 Q^* e^{\tau t}(-\frac{1}{\beta_{KK}}))\,{P_F}/{F}$$

$$(۲۲)\ \epsilon_{FQ}^{M} = \epsilon_{FQ}^{S} + \beta_{KF}\lambda\left(-\frac{1}{\beta_{KK}}\right)Q^* e^{\tau t}(\beta_K + u_K + \beta_{KE}P_E + \beta_{KF}P_F)/F$$

کشش‌های بلندمدت

در بلندمدت تعدیل موجودی سرمایه کامل می‌شود؛ بنابراین، کشش‌های بلندمدت با برابر ۱ قراردادن λ در کشش‌های میان‌مدت به دست می‌آیند.

کشش جانشینی موریشیما

کشش جانشینی موریشیما معیاری برای اندازه‌گیری درجهٔ جانشینی بین نهاده‌هاست که از طریق مشتق لگاریتمی نسبت نهاده‌ها به لگاریتم نرخ نهایی جایگزینی یا نسبت قیمت نهاده‌ها به دست می‌آید. این کشش انحنای منحنی تولید یکسان و تأثیرات تغییر در قیمت نسبی را روی سهم نسبی هزینه بیان می‌کند (بلکوربی و راسل[1]، ۱۹۸۹).

کشش جانشینی موریشیما را می‌توان با استفاده از کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع به دست آورد:

$$(۲۳)\ MES_{ij} = \epsilon_{ij} - \epsilon_{jj}$$

۵. توصیف داده‌ها

در این پژوهش از اطلاعات مربوط به صنایع کارخانه‌ای ایران با بیش از ده نفر کارکن بر اساس کدهای بین‌المللی دو رقمی ISIC[2] استفاده شد. با توجه به اینکه آمار و اطلاعات مربوط به موجودی سرمایه در دسترس نبود بنابراین، برای به‌دست‌آوردن موجودی سرمایه از روش تابع نمایی معرفی‌شدهٔ زراء نژاد و انصاری (۱۳۸۶) استفاده شد. دیگر متغیرهای به‌کار رفته در این تحقیق عبارت‌اند از:

- قیمت سرمایه: هزینهٔ فرصت سرمایه به‌منزلهٔ جایگزین قیمت سرمایه در نظر گرفته شد که برابر با حاصل‌ضرب موجودی سرمایه در مجموع نرخ بهرهٔ سپرده‌های بلندمدت و نرخ استهلاک

1. Blackorby and Russell
2. International Standard of Industries Classification

Archive of SID

www.SID.ir

مربوط به هر صنعت ($u_i = q_i(r+\delta_i)$) است و در آن u_i قیمت سرمایه، q_i موجودی سرمایه، r_i نرخ تنزیل بلندمدت و δ_i نرخ استهلاک در نظر گرفته شده است (والفریدسون، ۱۹۷۸).

- نیروی کار (L): نهادهٔ نیروی کار برابر با تعداد شاغلان با مزد و حقوق در کارگاه‌های با بیش از ده نفر کارکن مشخص شد.

- قیمت نیروی کار: قیمت نیروی کار از تقسیم پرداختی بابت جبران خدمات شاغلان بر تعداد آنها به دست آمد.

- الکتریسیته (E): نهادهٔ برق در این پژوهش مقدار برق مصرف‌شده در صنایع (بر حسب گیگاژول) است.

- قیمت الکتریسیته: به منظور به‌دست‌آوردن قیمت برق، ارزش برق خریداری‌شدهٔ هر صنعت به مقدار برق مصرفی آن صنعت (به گیگاژول) تقسیم شد.

- نهادهٔ انرژی (F): مقدار این نهاده برابر با مجموع مقادیر مصرف‌شده از حامل‌های انرژی شش‌گانهٔ هر صنعت (بنزین، نفت سفید، گاز مایع، گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره) در نظر گرفته شد.

- قیمت انرژی: به منظور به‌دست‌آوردن قیمت انرژی، ارزش مصرفی هر یک از حامل‌های انرژی در هر صنعت به مقدار مصرف‌شده از همان حامل (به‌منزلهٔ قیمت آن حامل) تقسیم سپس، متوسط وزنی از قیمت حامل‌های انرژی گرفته شد. (وزن هر حامل برابر با مقدار مصرفی آن حامل از مجموع مقدار انرژی مصرف‌شده است.)

- تولید (Q): برابر با ارزش محصولات تولیدشده در هر صنعت در نظر گرفته شد.

- هزینهٔ کل: در کوتاه‌مدت برابر با مجموع ارزش مصرف‌شدهٔ (قیمت ضرب در مقدار) سه نهادهٔ نیروی کار، الکتریسیته و انرژی در نظر گرفته شد، (چرا که در این پژوهش سرمایه عامل شبه‌ثابت[۱] است) و در بلندمدت ارزش مصرفی سرمایه به مقدار هزینه در کوتاه‌مدت اضافه شد.

آمار و اطلاعات در این پژوهش از مرکز آمار ایران، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ترازنامهٔ انرژی سال ۱۳۸۶ استخراج شد.

جدول ۱ تقاضای نهاده‌های تولید اعم از نیروی کار، حامل‌های انرژی، الکتریسیته و موجودی سرمایه همچنین، ارزش تولیدات صنایع را در صنایع کارخانه‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۸۶ نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، تقاضای نیروی کار، موجودی سرمایه و ارزش تولیدات صنایع طی این سال‌ها روند افزایشی یکنواختی داشته است. تقاضای حامل‌های انرژی و الکتریسیته گرچه در کل روند افزایشی دارد، اما در برخی سال‌ها افت کرده است. شاید بتوان گفت، موجودی سرمایه

۱. عاملی که در کوتاه‌مدت ثابت است، ولی در بلندمدت متغیر در نظر گرفته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

که تقاضای آن در سال‌های آخر دوره شدت نیز گرفته است جانشین حامل‌های انرژی و الکتریسیته می‌شده است؛ البته این نتیجه‌گیری بسیار عجولانه است. در بخش بعد با برآورد الگو و به‌دست‌آوردن کشش‌های جانشینی نتیجه‌گیری قاطعی به عمل می‌آید. در نهایت برای برآورد الگوی مورد نظر از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

جدول ۱. تقاضای نهاده‌ها و ارزش تولیدات صنایع کارخانه‌ای در ایران

	نیروی کار	موجودی سرمایه	انرژی	الکتریسیته	ارزش تولیدات صنایع
۱۳۷۴	۷۸۸۳۸۶	۲۰۰۵۷۷/۵	۳۶۲۵/۶	۹۴۶۸/۴	۶۱۲۵۳۱/۷
۱۳۷۵	۸۲۷۲۹۰	۲۳۴۰۰۸/۶	۴۲۳۰/۷	۱۲۲۹۱/۶	۷۲۸۱۶۸/۰
۱۳۷۶	۸۵۵۱۲۶	۲۷۵۴۵۹/۳	۶۳۲۳/۹	۱۴۸۱۵/۸	۸۱۸۰۸۰/۲
۱۳۷۷	۸۶۱۸۴۲	۲۹۶۶۹۱/۵	۸۰۴۹/۴	۱۶۹۲۱/۰	۸۴۰۴۰۹/۲
۱۳۷۸	۸۶۷۳۷۶	۲۹۰۷۴۴/۸	۸۱۷۹/۴	۲۱۷۹۲/۳	۹۰۳۲۳۹/۹
۱۳۷۹	۸۹۰۲۰۷	۲۸۸۴۳۵/۳	۷۵۷۴/۰	۱۸۶۳۵/۰	۱۰۵۲۴۳۴/۵
۱۳۸۰	۹۰۳۵۹۴	۳۱۲۱۹۸/۶	۸۸۷۹/۴	۲۰۲۶۳/۴	۱۲۰۸۷۳۰/۴
۱۳۸۱	۱۰۲۸۰۶۶	۳۴۸۴۳۴/۶	۸۶۸۹/۷	۲۳۰۴۴/۸	۱۵۱۱۰۷۴/۱
۱۳۸۲	۱۰۵۳۵۶۵	۳۹۵۱۱۴/۰	۹۷۸۷/۷	۲۳۳۷۵۰/۴	۱۸۹۱۴۹۰/۳
۱۳۸۳	۱۰۵۲۲۶۰	۴۲۴۵۸۴/۶	۹۳۰۶/۱	۲۳۱۹۵/۶	۲۱۷۹۷۹۵/۴
۱۳۸۴	۱۰۴۳۳۹۸	۵۰۳۷۷۰/۸	۹۹۵۷/۰	۲۳۵۱۰/۴	۲۴۴۴۰۵۸/۷
۱۳۸۵	۱۰۵۴۶۲۵	۵۳۴۳۶۵/۹	۹۶۸۴/۵	۲۲۴۸۹/۷	۲۵۹۶۵۸۸/۹
۱۳۸۶	۱۰۸۶۳۴۰	۶۳۶۹۰۵/۶	۱۰۱۰۸/۱	۲۰۹۳۸/۰	۲۸۳۳۰۷۲/۴

منبع: یافته‌های پژوهش

۶. تخمین پارامترهای مدل

برای برآورد مدل یک راه این است که از برآوردگرهای به‌ظاهر نامرتبط زلنر استفاده شود که به‌اختصار ZEF[1] نامیده می‌شود. زلنر (۱۹۶۲) در روش پیشنهادی خود امکان هم‌بستگی غیر صفر بین اجزای اخلال معادلات را در نظر گرفته است بنابراین، می‌توان انتظار داشت که برآوردگرهای سیستمی ZEF تخمین‌های متفاوتی را در مقایسه با کاربرد روش تخمین OLS برای تک‌تک معادلات به دست می‌دهند. در حقیقت برآوردگر ZEF نخست، برای به‌دست‌آوردن برآورد مناسبی از ماتریس کواریانس اجزای اخلال Ω، از تخمین‌های OLS همهٔ معادلات استفاده می‌کند. در ادامه می‌توان ماتریس کواریانس اجزای اخلال را، با توجه به تخمین‌های GLS حاصل، به دست

1. Zellner Efficient Function

Archive of SID

www.SID.ir

آورد و مجدداً از آن برای تکرار فرایند تخمین زلنر استفاده کرد. با تکرار این فرایند، تغییر در پارامترها و Ωی تخمین‌زده‌شده کوچک و کوچک‌تر می‌شود. این روش تخمینی تکراری کارای زلنر IZEF نامیده می‌شود. کمنتا و گیلبرت[1] نشان داده‌اند که تکرار روش تخمین زلنر، تا رسیدن به همگرایی، تخمین‌های حداکثر درست‌نمایی از پارامترها را به دست می‌دهد. تکرار فرایند زلنر یک روش محاسباتی[2] کارا برای به‌دست‌آوردن برآوردهای حداکثر درست‌نمایی است که در این پژوهش نیز به‌کار رفته است. جدول ۲ ضرایب حاصل از برآورد سیستم معادلات متشکل از تابع هزینه و توابع تقاضای عوامل مشتق از آن را نشان می‌دهد.

جدول ۲. پارامترهای برآوردشدهٔ الگو به روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل

پارامتر	ضرایب	آمارهٔ t	احتمال	پارامتر	ضرایب	آمارهٔ t	احتمال
β_{EF}	۰/۲	۲/۱۴	۰/۰۳	β_{K}	-۰/۷۵	-۳۴/۶	۰/۰۰۰
β_{EE}	۰/۰۷	۰/۹۲	۰/۳۶	β_{FL}	۰/۴۷	۳/۴۹	۰/۰۰۰
β_{FF}	۰/۲۹	۲/۸۹	۰/۰۰۴	β_{EL}	۰/۷۳	۵/۱۳	۰/۰۰۰
β_{TE}	۰/۱۸	۵/۴۲	۰/۰۰۰	β_{KK}	۰/۰۰۵	۳/۹۳	۰/۰۰۰
β_{TF}	۰/۱	۴/۹۶	۰/۰۰۰	β_{LL}	۰/۵۷	۴/۸۱	۰/۰۰۰
β_{QE}	۰/۰۰۰۹ -	-۷/۱۶	۰/۰۰۰	δ_{KK}	۲۲/۹	۱/۹۷	۰/۰۵
β_{QF}	۰/۰۰۰۶ -	-۶/۳۹	۰/۰۰۰	τ	-۰/۱۵	-۱۰/۲۶	۰/۰۰۰
β_{KE}	-۰/۰۳	-۲/۶۸	۰/۰۰۸	λ	۰/۰۰۱۴	۱۸/۴۲	۰/۰۰۰
β_{KF}	۰/۰۷	۵/۰۴	۰/۰۰۰				

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول فوق نشان می‌دهد که به جز یک پارامتر، بقیهٔ ضرایب در سیستم معادلات از معنی‌داری لازم برخوردارند. ضرایب مربوط به قیمت نهاده‌های تولید مثبت و معنی‌دار است؛ بنابراین، با افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی هزینهٔ تولید افزایش می‌یابد در ضمن، سهم هزینه‌ای موجودی سرمایه کاهش می‌یابد. δ_{KK} ضریب سرمایه‌گذاری خالص در تابع هزینهٔ تعدیل و برابر با ۲۲/۹ است. این ضریب معنی‌دار است و نشان می‌دهد که با افزایش سرمایه‌گذاری هزینهٔ تعدیل افزایش می‌یابد. ضریب تعدیل به‌دست‌آمده برای موجودی سرمایه در فرایند تعدیل برابر با ۰/۰۰۱۴ و معنی‌دار است و نشان می‌دهد که موجودی سرمایه بسیار کند و آهسته به سمت تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود. حال می‌توان کشش‌های قیمتی و تولیدی و پیشرفت فنی را به دست آورد.

1. Kmenta & Gilbert
2. Computationally

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ کشش‌های قیمتی و متقاطع بین نهاده‌ها را در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد. کشش‌های قیمتی تغییرات تقاضای نهاده‌ها را در واکنش به تغییرات قیمت نهاده‌ها نشان می‌دهند. با توجه به این جدول، در حرکت از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت، اندکی حساسیت نهاده‌ها به تغییرات قیمت نهاده‌ها افزایش یافته است. در بین نهاده‌ها نیروی کار بیشترین حساسیت را به قیمت خودش دارد. در بلندمدت موجودی سرمایه به طور کامل تعدیل شده و سرمایهٔ جدید در فرایند تولید قرار می‌گیرد. بنابراین، حساسیت تقاضای موجودی سرمایه به قیمت سه نهادهٔ دیگر افزایش می‌یابد.

جدول ۳. کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

		F	E	L	K
کوتاه‌مدت	F	-۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱	--
	E	۰/۰۳	-۰/۱۶	۰/۱۲	--
	L	۰/۱	۰/۱۲	-۰/۳	--
	K	--	--	--	--
میان‌مدت	F	-۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱	-۰/۰۰۸
	E	۰/۰۳	-۰/۱۶	۰/۱۲	-۰/۰۰۲
	L	۰/۱	۰/۱۱	-۰/۴۶	۰/۱۶
	K	-۰/۰۱	-۰/۰۰۷	۰/۱۶	-۰/۱۶
بلندمدت	F	-۰/۲۸	۰/۴	۰/۴	-۰/۹
	E	۰/۴	-۰/۳۸	۰/۱۸	-۰/۲
	L	۰/۸	۰/۱۷	-۱/۱۷	۱/۱
	K	-۰/۶	-۰/۱	۱/۲	-۱/۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش

کشش جانشینی موریشیما معیاری برای اندازه‌گیری درجهٔ جانشینی بین نهاده‌هاست که انحنای منحنی تولید یکسان و تأثیرات تغییر در قیمت نسبی را روی سهم نسبی هزینه بیان می‌کند. با توجه به کشش جانشینی موریشیما تمامی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت و میان‌مدت جانشین‌اند. در بلندمدت دو نهادهٔ انرژی و موجودی سرمایه مکمل‌اند.

جدول ۴ کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در سه دورهٔ کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را نشان می‌دهد. کشش تولیدی بیانگر این است که تقاضای نهاده‌ها به تغییرات تولید چه واکنشی دارد.

در کوتاه‌مدت کشش تولیدی الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی مثبت است. در میان‌مدت، با توجه به پایین‌بودن ضریب تعدیل موجودی سرمایه، کشش‌های تولیدی نهاده‌ها نسبت به دورهٔ کوتاه‌مدت تغییری نکرده‌اند، ولی در بلندمدت کشش‌های تولیدی نهاده‌ها نسبت به کوتاه‌مدت تغییر اندکی داشته‌اند. کشش تولیدی سرمایه در بلندمدت، به سبب تعدیل کامل موجودی سرمایه، بیشتر از مقدار آن در میان‌مدت است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. کشش‌های تولیدی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

	F	E	L	K
کوتاه‌مدت	۷/۵	۴/۹	-۱۲/۵	--
میان‌مدت	۷/۵	۴/۹	-۱۲/۵	۰/۰۳
بلندمدت	۷/۶	۵/۰	-۱۲/۷	۰/۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش

یکی از نکات جالب توجه در این پژوهش منفی‌بودن کشش تولیدی نیروی کار به‌رغم بازده صعودی به مقیاس است. به منظور ارزیابی و تحلیل دقیق این مسئله شدت نیروی کار صنایع مختلف (نسبت تعداد شاغلان به ارزش افزوده) در مقابل زمان استخراج شد؛ همان‌گونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، در تمامی صنایع شدت نیروی کار در مقابل زمان روندی کاملاً نزولی دارد. بنابراین می‌توان گفت، علت صعودی‌بودن بازده به مقیاس افزایش کشش‌های تولیدی دو نهادهٔ دیگر یعنی انرژی و سرمایه بوده است؛ به گونه‌ای که، برایند افزایش شدت این دو نهاده سبب خنثی‌شدن شدت نیروی کار و قرارنگرفتن عمدهٔ صنایع در مقیاس بهینه شده است. نتیجهٔ مهمی که از این مسئله عاید می‌شود این است که نیروی کار در بخش صنعت ایران طی دورهٔ مذکور نهاده‌ای پست[1] بوده است و این تأییدی بر نظریات اقتصادی در این حوزه است (چمبرز، ۱۹۸۸).

با توجه به نمودار ۱، شدت نیروی کار تمامی صنایع در دورهٔ مورد مطالعه روند نزولی داشته است. در مطالعهٔ استراتژی توسعهٔ صنعتی نیز فرضیهٔ مذکور تأیید شده است؛ به طوری که، سهم اشتغال صنعت طی دههٔ ۷۰ ثابت باقی مانده است (نیلی و همکاران، ۱۳۸۲).

جدول ۵ کشش‌های پیشرفت فنی نهاده‌ها را در دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد. کشش پیشرفت فنی بیانگر این است که تقاضای نهاده‌ها چه واکنشی به تغییرات تکنولوژیکی دارد. در حرکت از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت کشش‌های پیشرفت فنی افزایش یافته و حساس‌تر شده‌اند. در بلندمدت، که موجودی سرمایه به طور کامل تعدیل شده و سرمایهٔ جدید در فرایند تولید قرار گرفته است، کشش پیشرفت فنی سرمایه، حامل‌های انرژی و نیروی کار در مقایسه با دورهٔ زمانی میان‌مدت افزایش یافته‌اند؛ به طوری که، تغییرات تکنولوژیکی تقاضای سرمایه و حامل‌های انرژی را افزایش داده، ولی تقاضای نیروی کار را کاهش داده است. همچنین، از حساسیت تقاضای الکتریسیته به تغییرات تکنولوژیکی کاسته شده است. تغییرات تکنولوژیکی موجودی سرمایه را در مقایسه با الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی بیشتر تحت تأثیر قرار داده است.

1. Inferior input

Archive of SID

www.SID.ir

منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱. شدت نیروی کار صنایع مختلف طی دورهٔ ۱۳۷۴-۱۳۸۶

جدول ۵. کشش‌های پیشرفت فنی (زمان) نهاده‌ها در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

	F	E	L	K
کوتاه‌مدت	۰/۲۶	۰/۲۶	-۰/۵۲	--
میان‌مدت	۰/۲۶	۰/۲۶	-۰/۵۲	۰/۰۰۰۲
بلندمدت	۰/۵	۰/۱۳	-۲/۲۳	۱/۶

منبع: یافته‌های پژوهش

کشش هزینه نسبت به تولید معیاری برای اندازه‌گیری بازدهی نسبت به مقیاس است. هرگاه کشش بلندمدت هزینه نسبت به تولید بزرگ‌تر از واحد باشد، بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس و اگر این کشش کوچک‌تر از واحد باشد، بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس وجود خواهد داشت. کشش هزینه نسبت به تولید برابر با ۰/۰۰۳ و معنی‌دار است. این کشش کوچک‌تر از واحد و بیانگر بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

Archive of SID
www.SID.ir

۷. نتیجه‌گیری

۱. ضریب تعدیل موجودی سرمایه در صنایع کارخانه‌ای ایران برابر با ۰/۰۰۱۴ است که این مقدار نشان‌دهندهٔ تعدیل بسیار کند موجودی سرمایه است.

۲. کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع در کوتاه‌مدت و میان‌مدت، به سبب پایین‌بودن ضریب تعدیل موجودی سرمایه، تفاوتی ندارند، اما در بلندمدت با توجه به تعدیل کامل موجودی سرمایه، حساسیت نهاده‌ها به قیمت‌های خود و نهاده‌های دیگر افزایش چشم‌گیری می‌یابد.

۳. کشش‌های تولیدی و پیشرفت فنی نهاده‌های انرژی و سرمایه در کوتاه‌مدت و میان‌مدت تفاوتی ندارند و مطابق انتظار علامت مثبت دارند، بدین‌معنی که با افزایش تولید و طی زمان با تغییرات تکنولوژیکی تقاضای نهاده‌ها افزایش می‌یابد. در بلندمدت با تعدیل کامل موجودی سرمایه، اندازهٔ کشش‌های تولیدی و پیشرفت فنی نهاده‌ها افزایش می‌یابد. کشش تولیدی نیروی کار منفی و بیانگر پست‌بودن این نهاده است.

۴. با توجه به اندازهٔ کشش هزینه نسبت به تولید، با افزایش یک واحد تولید، هزینه به میزان کمتر از یک واحد افزایش می‌یابد. بنابراین، در صنایع کارخانه‌ای ایران بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس برقرار است.

۸. پیشنهادها

کشش‌های متقاطع برآوردشده نشان می‌دهند که میان نهادهٔ انرژی و دیگر نهاده‌ها جایگزینی نسبتاً محدودی امکان دارد. بنابراین، افزایش قیمت هر کدام از نهاده‌ها سبب افزایش هزینه‌های تولید کوتاه‌مدت و بلندمدت در صنایع ایران می‌شود.

این موضوع در مصرف نهادهٔ انرژی بیانگر ضرورت تلاش برای صرفه‌جویی در این نهاده با ابزارها و سیاست‌های غیرقیمتی، از جمله بهبود کیفیت تجهیزات مصرف‌کنندهٔ انرژی و ممیزی انرژی در بخش صنعت، است. همچنین، هدفمندشدن یارانهٔ حامل‌های انرژی باعث حرکت صنایع به سمت استفاده از تکنولوژی‌های انرژی‌اندوز خواهد شد.

پیشنهاد دیگر این است که در صنایع کارخانه‌ای به تعدیل موجودی سرمایه توجه بیشتری شود و با مستهلک‌شدن تجهیزات جایگزینی آنها مورد توجه قرار گیرد. چرا که ضریب تعدیل موجودی سرمایه در صنایع ایران (۰/۰۰۱۴) کمتر از ضریب تعدیل در صنایع کشورهای توسعه‌یافته از جمله امریکا و کانادا (۰/۳)، ژاپن (۰/۵)، تایوان (۰/۴) و کرهٔ جنوبی (۰/۳) است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳). اثر فنّاوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر رشد اقتصادی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران. رسالهٔ دکترای دانشکدهٔ اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

۲. حیدری، ابراهیم (۱۳۸۵). «تخمین توابع تقاضای کوتاه‌مدت و بلندمدت عوامل تولید در بخش صنعت ایران»، *مجلهٔ تحقیقات اقتصادی*، شمارهٔ ۷۶، آذر و دی، ص ۱۴۳-۱۵۶.

۳. رنجبر فلاح، محمدرضا (۱۳۷۹). الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران، پایان‌نامهٔ دکترای علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴. زراء نژاد، منصور؛ انصاری، الهه (۱۳۸۶). «اندازه‌گیری بهره‌وری سرمایه در صنایع بزرگ استان خوزستان»، *فصلنامهٔ بررسی‌های اقتصادی*، شمارهٔ ۴، ص ۱-۲۶.

۵. نشریات مرکز آمار ایران. نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶.

۶. نیلی، مسعود و همکاران (۱۳۸۲). *استراتژی توسعهٔ صنعتی کشور، دانشگاه صنعتی شریف*، تهران.

7. Arnberg, S. and Bjorner, T.B. (2007). "Substitution between energy, capital and labor within industrial companies; A micro panel data analysis", *Resource and energy economics*, Volume 29, Issue 2, May 2007, pages 122-136.
8. Berndt, E.R.; Fuss, M.A. and Waverman, L. (1977). "Dynamic models of the industrial demand for energy", Research report EA-580, Electric Power Research Institute, Palo Alto CA.
9. Berndt, E.R.; Fuss, M.A., and Waverman, L. (1980). "Dynamic Adjustment models of industrial energy demand: empirical analysis for US manufacturing, 1947-1974" Research report EA-1613, Electric Power Research Institute, Palo Alto CA.
10. Berndt E.R., and Field, B.C. (1981). *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution*, MIT Press.
11. Berndt, E.R., and Hesse, D.M. (1986). "Measuring and Assessing Capacity Utilization in the Manufacturing Sector of Nine OECD Countries", *European Economic Review*, 30, 961-989.
12. Berndt, E.R.; Morrison, C.J. and Watkins, G.C. (1981). "Dynamic Models of energy demand: An Assessment and Comparison", in: E.R. Brendt and B.C. Fields, (Eds.), Modelling and Measuring Natural Resource Substitution, MIT Press, Cambridge, MA.
13. Berndt, E.R. and Wood, D.O. (1979). "Engineering and Econometric Interpretations of Energy-Capital Complementarity", *The American Economic Review*, Vol. 69, No. 3, pp 342-354.
14. Blackorby, C., and Russell, E.R. (1988). "The Morishima Elasticity of Substitution: Symmetry, Constancy, and the Relationship to the Hicks and Allen Elasticities", *Review Economic Study*.
15. Chambers, R.G. (1988). *Applied Production Analysis: A Dual Approach*, Cambridge University Press.
16. Dargay, J., (1983). "The Demand for energy in Swedish manufacturing, in: B.C. Ysander, (Ed.), Energy in Swedish manufacturing" *The industrial institute for economic and social research*, Stockholm.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Denny, M.; Fuss, M.A. and Waverman, L. (1981). Substitution Possibilities for Energy; Evidence from US and Canadian Manufacturing Industry, in: E.R. Berndt and B.C. Fields, (Eds.), Modeling and Measuring Natural Resource Substitution" MIT Press, Cambridge, MA.
18. Eisner, R.; Stortz, R.H. (1963). Determinants of Business Investment, in: D.B. Suites et al., (Eds.), Impacts of Monetary Policy, Englewood Cliffs, N. J.
19. Lee, Y.J.; Nah, H.S. and Lee, D.S. (1994). "A Study on Production Structure for the Japanese, Korean, and Taiwanese Manufacturing Industries: An Interrelated Factor Demand Model Approach", *Journal of Economic Development*, 19, no.1.
20. Lucas, R.E, Jr., (1967). "Optimal Investment Theory and the Flexible Accelerator" *International Economic Review*, 8, no. 1, pp 78-85.
21. Morena, C. (2007). "Factor Demand Modelling: the Theory and the Practice", *Applied Mathematical Sciences*, 1, no. 31, pp 1519 –1549.
22. Nadiri, M.I., and Purcha, I. (1999). "Dynamic Factor Demand Models and Productivity Analysis", *Economic Research Reports*, C.V. Starr Center for Applied Economics.
23. Nadiri, M.I. and Rosen, S. (1969). "Interrelated Factor Demand Functions", *American Economic Review*, 59, pp 457-471.
24. Nadiri, M.I. and Rosen, S. (1973). *A Disequilibrium Model Of Demand for Factors of Production*, New York.
25. Pindyck, R.S. (1979). "Interfuel Substitution and the Industrial Demand for energy: An International Comparison", *Review of Economics and Statistics*, LXI, no. 2, pp 169-179.
26. Treadway, A.B. (1971). "On the Multivariate Flexible Accelerator", *Econometrica*, 39, no.5.
27. Treadway, A.B. (1974). "The Globally Optimal Flexible Accelerator", *Journal of Econometric Theory*, 7, 17-39.
28. Walfridson, B. (1987). A Dynamic models of factor demand: An Application to Swedish industry, PHD Thesis, Goteborg University, Sweden.

Archive of SID

www.SID.ir