

هدفمند کردن یارانه حامل‌های انرژی و تحلیل تقاضای پویای نهاده انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران*

علی‌مراد شریفی^۱
ابوذر شاکری^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۷/۲۶

چکیده

انرژی یکی از نهاده‌های مهم تولید محسوب می‌شود که همراه با سایر نهاده‌ها مانند کار و سرمایه در فرایند تولید سهمیم می‌باشد. از طرفی، اکثر منابع انرژی دارای منشأ فسیلی بوده و پایان پذیر می‌باشند و بنابراین، ویژگی اساسی پایان پذیری انرژی آن را از سایر نهاده‌های تولید متمایز می‌کند و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بررسی امکان جانشین کردن سایر نهاده‌ها را با آن نمایان می‌سازد. تحلیل تقاضای انرژی در صنایع، همواره یکی از موضوعات مهم در تحقیقات اقتصادی است. این مسأله برای کشورهای در حال توسعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق، به منظور تحلیل تقاضای نهاده‌ها از مدل‌های پویای نسل سوم استفاده شد تا سرعت تعدیل سرمایه در صنایع کارخانه‌ای نیز مشخص شود. با استفاده از فرم تابعی درجه دوم، این نتیجه گرفته شد که حذف یارانه حامل‌های انرژی در کوتاه‌مدت تأثیر زیادی در جهت کاهش تقاضای انرژی در صنایع خواهد داشت؛ ولی در بلندمدت از شدت این تأثیر کاسته خواهد شد. علاوه بر این، نتایج نشان دادند که سرعت تعدیل موجودی سرمایه در صنایع کارخانه‌ای ایران بسیار پایین می‌باشد.

واژگان کلیدی: مدل‌های پویای نسل سوم، تقاضای نهاده، صنایع کارخانه‌ای ایران، انرژی

طبقه‌بندی JEL: L6, L60, Q43

*. این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد، که تحت حمایت مالی شرکت بهینه سازی سوخت قرار گرفته، استخراج شده است.

۱. asharifi@istt.org

۱. استادیار دانشگاه اصفهان

۲. aboozar.shakeri@gmail.com

۲. کارشناسی ارشد رشته توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی

۱- مقدمه

یکی از بخش‌های بسیار مهم هر اقتصادی، بخش صنعت است و در اقتصاد کنونی جهان، بخش صنعت اصلی‌ترین رکن رشد و توسعه اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. صنعت به‌عنوان یکی از ارکان مهم اقتصاد، که توسعه آن به عنوان مهمترین عامل در تحول ساختاری اقتصاد ایران و نیل به اقتصاد بدون اتکا به نفت محسوب می‌شود از اهمیت ویژه برخوردار است.

از طرفی، در دنیای امروز، مدیریت تقاضا نقش بسیار مهمی در برنامه ریزی کشورها دارد و با توجه به اینکه انرژی از عوامل تأثیرگذار در امنیت اقتصادی کشور ما محسوب می‌شود، مدیریت تقاضای انرژی می‌تواند از اهمیت فراوانی در تأمین امنیت اقتصادی برخوردار باشد. اهمیت حیاتی انرژی در اقتصاد کلان کشور و همچنین ضرورت اعمال مدیریت کارآمد در این بخش ایجاب می‌کند تا تقاضای عوامل تولیدی، بالاخص انرژی، در بخش صنعت که از ارکان اساسی اقتصاد کشور است، مورد مطالعه قرار گیرد.

یکی از مسائلی که در تحلیل تقاضای نهاده‌ها بسیار جذاب بوده و مورد توجه قرار می‌گیرد، این است که رابطه بین انرژی و سرمایه به صورت جانشینی و یا مکملی است. اگر انرژی و سرمایه مکمل باشند، می‌باید در جهت کاهش تولید گاز CO₂، از هر دو نهاده کمتر استفاده کنیم. اگر این دو نهاده جانشین باشند، باقی ماندن در صحنه رقابت برای بنگاه بسیار گران و سخت خواهد بود. در مطالعاتی که با داده‌های سری زمانی انجام شده این دو نهاده مکمل بوده‌اند، در صورتی که در مطالعات با داده‌های ترکیبی این دو نهاده جانشین بوده‌اند. داده‌های سری زمانی، منعکس کننده روابط در کوتاه‌مدت و داده‌های ترکیبی، اثرات بلندمدت را نشان می‌دهند (Arenverg and Biomer, 2007).

بنابراین، با توجه به اینکه جانشین و یا مکمل بودن دو نهاده انرژی و سرمایه باعث می‌شود که تصمیم‌گیری سیاستگذاران اقتصادی - مبنی بر افزایش و یا کاهش قیمت انرژی - نتایج متفاوتی در برداشته باشد، می‌باید این ارتباط را با روش‌ها و مدل‌های کارآمدی تعیین نمود. از آنجا که مدل‌های ایستا بین دو دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت تفاوتی قائل نمی‌شوند، پس نمی‌توان به نتایجی که این مدل‌ها به دست می‌دهند، اتکا نمود. از این رو، توجه به مدل‌های پویا در زمینه یافتن رابطه بین دو نهاده انرژی و سرمایه امری ضروری به نظر می‌رسد.

تمرکز این پژوهش بر روی مدل‌های تقاضای نهاده‌ای است که مسیر تعدیل - مسیری که از تعادل کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت می‌باشد - را مورد توجه قرار می‌دهند. بنابراین، هدف این مطالعه به کار بردن مدل‌های پویای تقاضای نهاده برای تحلیل تقاضای انرژی و دیگر نهاده‌ها در صنایع ایران و همچنین تصریح این مدل‌ها برای تعیین رابطه بین امکانات جانشینی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد.

۲- مدل‌های پویای تقاضای نهاده

مدل‌های ایستا به طور ضمنی فرض می‌کنند که تمامی نهاده‌ها به طور آنی به سمت سطح تعادلی بلندمدت‌شان تعدیل می‌شوند. از این رو، مدل‌های ایستای تقاضای نهاده نمی‌توانند به درستی رفتار اقتصادی واقعی را نشان دهند. در حقیقت، عدم پذیرش محدودیت‌های اقتصادی (همگنی قیمت و تقارن) یا همبستگی پی در پی باقیمانده‌ها، محدودیت‌هایی ایجاد می‌کنند که هر دو باعث به وجود آمدن نشانه‌هایی از عدم پویایی می‌شود (Morena, 2007).

مدل‌های پویای تقاضای نهاده با این هدف معرفی شدند که بتوانیم بر مشکلات بالا فائق آییم. مدل‌های پویای نسل اول و دوم توسط ندیری و روزن (Nadiri and Rossen, 1969) معرفی شدند. لوکاس (Lucas, 1967) نسل سوم مدل‌های پویای تقاضای نهاده را معرفی کرد و برای اولین بار، فرایند تعدیل را به صورت تئوریک بیان نمود. پس از این، بویژه در دهه ۱۹۸۰ مفاهیم جدیدی برای مدل‌های تقاضای نهاده نسل دوم و سوم تعریف شد.

مدل‌های نسل اول اساساً مدل‌های تک معادله‌ای هستند که از تعدیل جزئی کویک^۱ استفاده می‌کنند. نقش تئوری اقتصاد در این مدل‌ها محدود و تعامل با دیگر نهاده‌ها حذف شده است. مدل‌های نسل دوم به وضوح، تقاضای نهاده‌های مرتبط به هم را با عکس‌العمل تقاضای کوتاه‌مدت بنگاه ادغام می‌کند، اما نقش تئوری اقتصاد - در تأثیر نهاده‌های اقتصادی در مسیر زمانی تعدیل^۲ که از کوتاه‌مدت به بلندمدت به صورت آشکار بیان نشده است - هنوز محدود می‌باشد. مدل‌های نسل سوم صریحاً شامل بهینه‌سازی پویا می‌شوند و در نتیجه کشش‌های قیمتی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را به دست می‌دهند. ویژگی عمده مدل‌های نسل سوم این است که میزان ظرفیت بهره‌برداری^۳ تعریف شده و ایجاد می‌شود.

۳- مروری بر مطالعات پیشین

۳-۱- مطالعات خارجی

مدل‌های پویای نسل سوم در اواخر دهه ۱۹۶۰ با مطالعات لوکاس، گولد و تریدوی معرفی شدند. پس از این در اواخر دهه ۱۹۷۰ برنت، فاس و واورمن (Berndt, Fuss and Waverman, 1977 & 1980) این مدل را گسترش دادند. برنت، موریسون و واتکینز (Berndt, Morrison and Watkins, 1981) در مطالعه‌ای تحت عنوان "مدل‌های پویای تقاضای انرژی: برآورد و مقایسه"، هر سه نسل از مدل‌های

1. Koyck partial adjustment
2. Time path of adjustment
3. Capacity utilization

پویا را بررسی کردند. آنها بیان کردند که ویژگی بارز مدل‌های پویای نسل سوم در معرفی نهاده شبه ثابت نهفته می‌باشد؛ نهاده‌ای که در کوتاه‌مدت، ثابت بوده ولی در بلندمدت، متغیر در نظر گرفته می‌شود. از دیگر ویژگی این مدل، معرفی تابع هزینه تعدیل برای عوامل شبه ثابت می‌باشد؛ که می‌توان آنها را به دو صورت درونی و یا بیرونی در نظر گرفت.

والفریدسون (Walfridson, 1987)، با استفاده از مدل‌های پویای تقاضای نهاده، رابطه بین جانشینی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت را بررسی کرده است. وی با استفاده از تابع هزینه درجه ۲ به این نتیجه رسید که نرخ تعدیل برآورد شده موجودی سرمایه برای تمامی صنایع به طور معنی داری کمتر از واحد می‌باشد (۰/۲)، و این نشان‌دهنده تعدیل نسبتاً کند شوک‌های قیمت انرژی است. همچنین، جانشینی و یا مکملی بین سرمایه، الکتریسیته و سوخت‌ها به نسبت، اندک است. کشش‌های تولیدی کوتاه‌مدت برآوردشده، بویژه برای نیروی کار و حامل‌های سوخت، همانند بلندمدت می‌باشند.

لی و همکاران (Lee et al., 1994)، در پژوهشی ساختار تولید صنایع کارخانه‌ای سه کشور کره، ژاپن و تایوان را با استفاده از مدل‌های تقاضای نهاده به هم وابسته (پویای نسل سوم) تحلیل و مقایسه کرده‌اند. آنها برای برآورد ضرایب از روش حداکثر درست‌نمایی با اطلاعات کامل^۱ استفاده کرده‌اند. مهمترین نتایجی که به دست آورده‌اند عبارتند از:

۱. ضریب تعدیل برای موجودی سرمایه در ژاپن بزرگتر از تایوان و کره می‌باشد، در حالی که برای نیروی کار ماهر در تایوان بزرگتر از کره و ژاپن است.
۲. در کوتاه‌مدت و حتی در میان‌مدت، تنها بازار نیروی کار غیرماهر کشور کره، کشش‌های تولیدی پرکششی 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 (Nadiri and Prucha, 1999) با استفاده از مدل‌های تقاضای نهاده به هم وابسته، به بررسی و تحلیل ساختار تولید، تقاضای عوامل متغیر و شبه‌ثابت و بهره‌وری پرداخته‌اند. برخی از یافته‌های آنها عبارت بودند از:

۱. ضریب تعدیل موجودی سرمایه فیزیکی ۰/۲ و سرمایه تحقیق و توسعه ۰/۱۵ بود.
۲. عوامل متغیر در کوتاه‌مدت، نیروی کار و مواد خام، به شدت به تغییرات سطح تولید حساس می‌باشند. کشش‌های تولیدی عوامل شبه‌ثابت، موجودی سرمایه و R&D، در کوتاه‌مدت کوچک بوده و در طول زمان افزایش می‌یابند.

آرنبرگ و بیورنر (Arenberg & T Bjorner, 2007)، در مطالعه‌ای تحت عنوان «جانشینی بین انرژی، سرمایه و نیروی کار در کارگاه‌های صنعتی: تحلیل داده‌های تابلویی» مدل‌های تقاضای نهاده را با استفاده از تصریح توابع هزینه به صورت ترانسلوگ^۱ و لاجیت خطی^۲ تخمین زده‌اند. آنها معادلات را به دو روش برش‌های مقطعی و داده‌های تابلویی با اثرات ثابت، تخمین زده و کشش‌های جزئی متقاطع و قیمتی نهاده‌ها را محاسبه کرده‌اند. آنها نتیجه گرفتند که علی‌رغم اینکه کشش‌های قیمتی و متقاطع به دست آمده در حالت تابع ترانسلوگ همگی بزرگتر از حالت تابع لاجیت خطی هستند، در هر دو مدل، جانشینی بین نهاده‌های برق و سایر انرژی‌ها محدود بوده و نیز، برق و سایر انرژی‌ها با سرمایه مکمل هستند.

۳-۲- مطالعات داخلی

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

حیدری (۱۳۸۵)، در مقاله‌ای تحت عنوان «تخمین توابع تقاضای کوتاه مدت و بلندمدت عوامل تولید در بخش صنعت ایران»، با استفاده از تابع هزینه تعمیم یافته لئونتیف، تقاضا برای نهاده‌های تولیدی در کوتاه مدت و بلندمدت را به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط^۳ برآورد کرده است. وی نتیجه گرفت که با توجه به کشش‌های متقاطع برآورد شده، میان نهاده انرژی و هرکدام از دو نهاده دیگر (نیروی کار و سرمایه)، امکان جایگزینی نسبتاً محدودی وجود دارد.

رنجبر فلاح (۱۳۷۹) در رساله دکتری خود تحت عنوان «الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران»، به بررسی تقاضای انرژی در تک تک بخش‌های اقتصادی و نیز کل کشور پرداخته است. الگوی نظری به کار برده شده توسط وی به صورت دو مرحله‌ای است که در مرحله اول، تقاضای انرژی در کنار دیگر عوامل تولید به عنوان یک تابع تقاضای مشتقه از تابع هزینه ترانسلوگ استخراج شده و در مرحله دوم، مخارج مربوط به انرژی، به مخارج بر روی اجزای آن، از قبیل فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق تفکیک شده است.

وی برای تخمین مدل از داده‌های فصلی مربوط به بخش صنعت برای دوره (۱۳۷۶-۱۳۶۷) استفاده کرده است. نتایج حاصل از این تحقیق، به کشش ناپذیری تقاضای حامل‌های انرژی در

1. Translog
2. Linear Logit
3. Seemingly Unrelated of Regression (SUR)

بخش‌های مختلف اقتصادی کشور دلالت دارد که وی آن را به دلایل ساختاری و عدم انعطاف‌پذیری و چسبندگی‌های تکنولوژیکی مرتبط دانسته است.

۴- مدل‌های پویای نسل سوم تقاضای نهاده

ویژگی کلیدی مدل‌های پویای تقاضای نهاده نسل سوم، معرفی هزینه‌های تعدیل برای نهاده‌های شبه‌ثابت می‌باشد. ایزنر و استورتز (Eisner and Strotz, 1963) برای اولین بار وقفه‌های تعدیل را معرفی کردند. لوکاس (Lucas, 1963) نتایج ایزنر و استورتز را به وضعیت نهاده‌های شبه‌ثابت چندگانه تعمیم داد. از طرف دیگر، گولد (Gould, 1968) و لوکاس (Lucas, 1967) توابع هزینه تعدیل را متناسب با سرمایه‌گذاری ناخالص، به عنوان هزینه جایگزین، تعریف کردند. در نهایت تریدوی (Treadway, 1969) هزینه‌های تعدیل را به صورت قیدی که به تابع هزینه اضافه می‌شوند، معرفی کرد.

این نسل از مدل‌ها توسط برنت، فاس و واورمن (Berndt, Fuss and Waverman, 1977 & 1980) توسعه داده شد. در این مدل‌های پویا، نهاده‌ها به عنوان متغیر و شبه‌ثابت دسته‌بندی می‌شوند. عامل شبه-ثابت، به این معنی که در کوتاه‌مدت ثابت و در بلندمدت متغیر است.

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

$$Q(t) = F(v(t), x(t), t) \quad (1)$$

براساس تئوری دوگانگی بین هزینه و تولید، تکنولوژی می‌نیمم کردن هزینه بنگاه را می‌توان با تابع هزینه مقید نرمال شده به صورت زیر نشان داد:

$$C(t) = \sum_j v_j w_j = G(Q(t), w(t), x(t), t) \quad (2)$$

که در آن $w_j = \frac{w_j}{w_1}$ قیمت عامل j نرمال شده بوسیله قیمت عامل ۱ می‌باشد.

تقاضا برای عوامل متغیر، به جز نهاده اول، بر اساس لم شپارد از تابع هزینه مشتق می‌شوند:

$$v_j = \frac{\partial G}{\partial w_j} \quad j = 2, \dots, m \quad (3)$$

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

$$v_1 = G - \sum_{j=2}^m w_j \frac{\partial G}{\partial w_j} \quad (4)$$

در بلندمدت، بنگاه، ارزش فعلی مجموع هزینه‌های عوامل متغیر، هزینه‌های خرید عوامل شبه-ثابت و هزینه‌های تعدیل را می‌نیمم می‌کند.

$$L(0) = \sum_i q_i X_i(0) + \int_0^\infty e^{-rt} [G(t) + \sum_i u_i X_i + \sum_i D_i(\dot{X}_i)] dt \quad (5)$$

که در آن $u_i = q_i(r + \delta_i)$ هزینه فرصت نرمال شده i -امین نهاده شبه ثابت، r نرخ بهره و q_i

قیمت نرمال شده i -امین نهاده شبه ثابت می‌باشند. $D(\dot{X}_i)$ تابع هزینه تعدیل نهاده شبه ثابت می‌باشد. اولین عبارت سمت راست رابطه (۵) ارزش اولیه موجودی نهاده شبه ثابت بوده و مقداری ثابت می‌باشد و بنابراین، در فرایند بهینه سازی وارد نمی‌شود. می‌نیمم کردن این رابطه با توجه به متغیر وضعیت X_i و متغیر کنترل \dot{X}_i می‌تواند با تابع هامیلتون بیان شده و پس از اعمال شرایط لازم به صورت رابطه زیر تبدیل شود:

$$-\frac{\partial G}{\partial x_i} - u_i - rD_i'(x_i) + D_i''(x_i) \frac{dx_i}{dt} = 0 \quad (6)$$

تقاضای بهینه برای عوامل شبه ثابت از حل این مجموعه معادلات به دست می‌آید، که با x_i^* مشخص شده‌اند. تریدوی (Treadway, 1971 & 1974)، نشان داد که این معادلات تقاضا برای عوامل شبه ثابت می‌توانند برای تعادل بلندمدت در یک سیستم معادلات خطی دیفرانسیلی به صورت زیر تقریب زده شوند:

$$\dot{x} = B^* (x^* - x) \quad (7)$$

که در آن، B^* ماتریس ضرایب تعدیل می‌باشد.

وقتی تنها یک نهاده شبه ثابت داشته باشیم، این ماتریس به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$B^* = \lambda = -1/2 \left(r - \left[r^2 + \frac{4G_{KK}}{D''(0)} \right]^{1/2} \right) \quad (8)$$

λ همان ضریب تعدیل است که تابعی کاهنده از نرخ تنزیل می‌باشد.

۴-۱- الگو براساس تابع هزینه درجه ۲

مزیت تابع درجه ۲ این است که مشتق‌های جزئی مرتبه ۲ ماتریس هشین، یک ماتریس ثابت است، به این معنی که معادلات بلندمدت تقاضای عوامل به طور صریح مشتق پذیر هستند. تابع هزینه مقید نرمال شده درجه ۲ (G) به صورت زیر است:

$$G = \alpha_0 + \sum \alpha_i P_i + \alpha_K K_{t-1} + \alpha_Q Q + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} P_i P_j + \sum_i \beta_{iK} P_i K_{t-1} + \sum_i \beta_{iQ} P_i Q + \beta_{KQ} K_{t-1} Q + \frac{1}{2} \beta_{KK} K_{t-1}^2 + \frac{1}{2} \beta_{QQ} Q^2 + \beta_{0T} t + \sum_i \beta_{iT} P_i t + \beta_{KT} K_{t-1} t \quad (9)$$

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

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

تقاضا برای الکتریسیته، سایر حامل‌های انرژی و نیروی کار با استفاده از لم شیپارد مشتق می‌شوند:

$$E = \frac{\partial G}{\partial P_E} = \alpha_E + \sum \beta_{Ej} P_j + \beta_{EK} K_{t-1} + \beta_{EQ} Q + \beta_{ET} t \quad (10)$$

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

$$D(\dot{K}) = 1/2 \delta_{KK} \dot{K}^2 \quad (11)$$

با توجه به شرط می‌نیم کردن هزینه، رابطه (۶) به این صورت بیان می‌شود:

$$-G_K - u_K - r_K \delta_{KK} \dot{K} + \delta_{KK} \frac{d\dot{K}}{dt} = 0 \quad (12)$$

که با مشتق‌گیری از رابطه (۹) و در شرایط رشد مداوم، $\dot{K} = \frac{d\dot{K}}{dt} = 0$ و حل برای K^*

خواهیم داشت:

$$K^* = -\frac{1}{\beta_{KK}} (\alpha_K + \sum_j \beta_{jK} P_j + \beta_{KQ} Q + \beta_{KT} t + u_K) \quad (13)$$

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

$$\Delta K = \lambda (K^*(t) - K(t-1)) \quad (14)$$

سرانجام سرمایه تعدیل شده را به این صورت می‌توان بیان نمود:

$$K(t) = \lambda K^*(t) + (1-\lambda) K(t-1) \quad (15)$$

این معادله همراه با تابع هزینه و معادلات تقاضای الکتریسیته و انرژی تخمین زده خواهد شد و بنابراین، تابع هزینه همراه با توابع تقاضای الکتریسیته، حامل‌های انرژی، موجودی سرمایه بهینه و فرایند تعدیل موجودی سرمایه، سیستم معادلاتی را تشکیل می‌دهند که می‌باید به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط برآورد شود.

۴-۱-۱- کشش ها

از آنجا که تعدیل موجودی سرمایه زمان بر بوده و عوامل متغیر، به موجودی سرمایه وابسته هستند، بنابراین کشش ها در سه دوره زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت مورد بررسی قرار می گیرند. در این بخش، کشش های مربوط به حامل های انرژی را به دست می آوریم. کشش های بقیه عوامل به طور مشابه به دست می آیند.

کشش های کوتاه مدت

کشش های قیمتی:

$$\varepsilon_F^S = \left[\frac{\partial F}{\partial P_F} \frac{PF}{F} \right]_{K=K_{t-1}} = \beta_{FF} \frac{PF}{F} \quad (16)$$

کشش های تولیدی:

$$\varepsilon_F^S Q = \left[\frac{\partial F}{\partial Q_F} \frac{Q}{F} \right]_{K=K_{t-1}} = \beta_{FQ} \frac{PE}{F} \quad (17)$$

کشش های پیشرفت فنی:

$$\varepsilon_{Ft}^S = \frac{\partial F}{\partial t} \frac{1}{F} = \beta_{FT} / F \quad (18)$$

کشش های میان مدت

موجودی سرمایه با ضریب λ تعدیل می شود. بنابراین کشش های میان مدت به صورت زیر به دست می آیند:

$$\varepsilon_{FF}^M = \varepsilon_{FF}^S + \frac{\partial F}{\partial K} \lambda \frac{\partial K}{\partial P_F} \frac{P_F}{K} = \left(\beta_{FF} - \frac{\lambda \beta_{FK}^2}{\beta_K} \right) \frac{P_F}{F} \quad (19)$$

کشش های بلندمدت

در بلندمدت، تعدیل موجودی سرمایه کامل می شود، بنابراین کشش های بلندمدت با برابر یک قرار دادن λ در کشش های میان مدت به دست می آیند.

کشش‌های جانشینی آلن و موریشیما

الف) کشش جانشینی آلن

یک راه مناسب برای تفسیر قابلیت جانشینی بین عوامل تولید، استفاده از کشش جزئی جانشینی آلن می‌باشد. این کشش، تغییرات درصدی در نسبت دو عامل تولید را که ناشی از یک درصد تغییر در قیمت‌های نسبی آنهاست اندازه می‌گیرد. اوزاوا (Uzawa, 1962) نشان می‌دهد که می‌توان کشش‌های جانشینی آلن را از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$AES_{ij} = \frac{CC_{ij}}{C_i C_j} = \frac{\partial x_i / \partial p_j}{\left(\frac{\partial c}{\partial p_i} \right) \left(\frac{\partial c}{\partial p_j} \right)} \cdot C \quad (20)$$

که در آن، $C_i = \frac{\partial c}{\partial p_i}$ و $C_{ij} = \frac{\partial^2 c}{\partial p_i \partial p_j}$ می‌باشند.

اگر مقدار جبری این کشش مثبت باشد، نشانگر این است که بین دو نهاد رابطه جانشینی وجود دارد و اگر منفی باشد، نشانگر رابطه مکملی بین دو نهاد می‌باشد.

ب) کشش جانشینی موریشیما

بلکوری و راسل (Blackorby and Russell, 1989) بیان کرده‌اند که کشش‌های جانشینی آلن، اطلاعات کافی درباره درجه انحنای منحنی‌های تولید یکسان و سهم نسبی هزینه‌ها نشان نداده و بنابراین، نمی‌توان آن را به عنوان نرخ نهایی جانشینی^۱ تلقی کرد. کشش جانشینی موریشیما، معیار دیگری برای اندازه‌گیری درجه جانشینی بین نهاده‌هاست که از طریق مشتق لگاریتمی نسبت نهاده‌ها نسبت به لگاریتم نرخ نهایی جایگزینی یا نسبت قیمت نهاده‌ها به دست می‌آید. این کشش، انحنای منحنی تولید یکسان و اثرات تغییر در قیمت نسبی را روی سهم نسبی هزینه بیان می‌کند. چمبرز (Chambers, 1988) و بلکوری و راسل، این کشش را به صورت زیر بیان کرده‌اند:

$$MES_{ij} = \frac{\partial \ln\left(\frac{X_i}{X_j}\right)}{\partial \ln\left(\frac{P_j}{P_i}\right)} \quad (21)$$

هر دو کشش جانشینی آلن و موریشیما را می‌توان با استفاده از کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع به دست آورد.

۵- تخمین پارامترهای مدل

جهت برآورد مدل، یک راه این است که از تخمین زنده‌های به ظاهر نامرتبب زلنر که به اختصار ZEF^1 نامیده می‌شود استفاده گردد. حتی اگر قیود بین معادلات هم نادیده گرفته شود، باز هم به دلیل ارتباط همزمان^۲ بین اجزای اخلاخل معادلات، باید گفت که ماتریس کواریانس اجزای اخلاخل غیر قطری است. زلنر (۱۹۶۲) در روش پیشنهادی خود امکان همبستگی غیر صفر بین اجزای اخلاخل معادلات را در نظر گرفته است و بنابراین، می‌توان انتظار داشت که تخمین زنده‌های سیستمی ZEF تخمین‌های متفاوتی را در مقایسه با کاربرد روش تخمین OLS برای تک تک معادلات به دست می‌دهند.

در حقیقت تخمین زنده ZEF ابتدا برای به دست آوردن برآورد مناسبی از ماتریس کواریانس اجزای اخلاخل Ω از تخمین‌های OLS کلیه معادلات استفاده می‌نماید. سپس با در نظر گرفتن این ماتریس Ω به دست آمده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) برای تخمین پارامترهای مجموعه معادلات که به صورت مناسب با هم ادغام شده‌اند، استفاده می‌کند. در ادامه می‌توان ماتریس کواریانس اجزای اخلاخل را با توجه به تخمین‌های GLS محاسبه شده، به دست آورد و مجدداً از آن برای تکرار فرایند تخمین زلنر استفاده کرد.

با تکرار این فرایند تغییر در پارامترها و Ω تخمین زده شده کوچک و کوچکتر می‌شود. این روش تخمینی، تکراری کارای زلنر $IZEF$ نامیده می‌شود. البته اگر بتوان قیود تقارن در بین معادلات را در تخمین $IZEF$ مد نظر قرار داد، می‌توان تخمین‌های کاراتری از پارامترها را نیز به دست آورد. کمنتا و گیلبرت^۳ نشان داده‌اند که تکرار کردن روش تخمین زلنر تا رسیدن به همگرایی تخمین‌های حداکثر درست‌نمایی از پارامترها را به دست می‌دهند. تکرار کردن فرایند زلنر یک روش محاسباتی^۴ کارا برای به دست آوردن برآوردهای حداکثر درست‌نمایی می‌باشد و در این پژوهش نیز از این روش استفاده شده است.

۶- داده‌ها

در این پژوهش از اطلاعات مربوط به صنایع کارخانه‌ای ایران با بیش از ده نفر کارکن بر اساس کدهای بین‌المللی دو رقمی $ISIC^5$ استفاده شد. با توجه به اینکه آمار و اطلاعات مربوط به

1. Zellner Efficient Function
 2. Contemporaneously Correlation
 3. Kmenta & Gilbert
 4. Computationally
 5. International Standard of Industries Classification

موجودی سرمایه موجود نبود، بنابراین جهت به دست آوردن موجودی سرمایه از روش تابع نمایی معرفی شده توسط زراء نژاد و انصاری (۱۳۸۶) استفاده شد.

دیگر متغیرهای به کار رفته در این تحقیق عبارتند از:

- قیمت سرمایه: قیمت سرمایه برابر با حاصلضرب موجودی سرمایه در مجموع نرخ بهره سپرده‌های بلندمدت و نرخ استهلاک مربوط به هر صنعت در نظر گرفته شد.
- نیروی کار (L): نهاده 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): نهاده برق مورد استفاده در این پژوهش، مقدار برق مصرف شده در صنایع می‌باشد.
- قیمت الکتریسیته: به منظور به دست آوردن قیمت برق، ارزش برق خریداری شده توسط هر صنعت به مقدار برق مصرفی توسط آن صنعت (به گیگا ژول) تقسیم شد.
- نهاده انرژی (F): مقدار این نهاده برابر با مجموع مقادیر مصرف شده از حامل‌های انرژی شش گانه (بنزین، نفت سفید، گاز مایع، گاز طبیعی، گازوئیل و نفت کوره) توسط هر صنعت در نظر گرفته شد.
- قیمت انرژی: به منظور به دست آوردن قیمت انرژی، ارزش مصرفی هر یک از حامل‌های انرژی در هر صنعت به مقدار مصرف شده از همان حامل تقسیم (به عنوان قیمت آن حامل)، و سپس متوسط وزنی از قیمت حامل‌های انرژی گرفته شد. وزن هر حامل برابر با مقدار مصرفی آن حامل از مجموع مقدار انرژی مصرف شده در نظر گرفته شد.
- تولید (Q): برابر با ارزش محصولات تولید شده در هر صنعت در نظر گرفته شد.
- هزینه کل: در کوتاه‌مدت برابر با مجموع ارزش مصرف شده (قیمت ضرب در مقدار) سه نهاده نیروی کار، الکتریسیته و انرژی در نظر گرفته شد؛ زیرا در این پژوهش، سرمایه عامل شبه‌ثابت^۱ می‌باشد و در بلندمدت، ارزش مصرفی سرمایه به مقدار هزینه در کوتاه‌مدت اضافه شد.

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

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

۷- نتایج برآورد الگو

در برآورد سیستمی، بهترین معیار برای اندازه‌گیری قدرت توضیح دهندگی الگو و خوبی برازش استفاده از لگاریتم درستنمایی می‌باشد. لذا برای انتخاب روش برآورد الگو از آزمون نسبت درستنمایی^۱ استفاده می‌گردد.

برای محاسبه آزمون نسبت درستنمایی (LR) می‌باید الگو به صورت اثرات ثابت و سپس به صورت pooling با روش حداکثر درستنمایی با اطلاعات کامل^۲ برآورد می‌شود. اگر مقادیر حداکثر کننده توابع لگاریتم درستنمایی الگوها به ترتیب با LR و Lu نشان داده شوند، آنگاه آماره آزمون نسبت درستنمایی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$LR = -2 (\ln Lr - \ln Lu) \quad (22)$$

آماره نسبت درستنمایی به صورت مجانبی طبق توزیع کای دو با درجه آزادی برابر با تفاوت تعداد پارامترهای برآورد شده، در الگوهای اثرات ثابت و pooling توزیع شده است.

فرضیه صفر این آزمون، عدم وجود اثرات فردی برای مقاطع (برآورد الگو به صورت داده‌های ترکیبی (pooling)) می‌باشد. اگر آماره آزمون محاسبه شده، از مقادیر بحرانی جدول با درجه آزادی‌های مربوطه بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود و بنابراین، الگو باید به صورت داده‌های تابلویی برآورد گردد.

الگوهای با داده‌های تابلویی را می‌توان به دو روش، اثرات ثابت و اثرات تصادفی برآورد کرد. در روش اثرات ثابت، تفاوت بین مقاطع در عرض از مبدأ یا شیب و یا هر دو به طور همزمان نمود پیدا کرده و فرض می‌شود که هر مقطع در طول زمان دارای یک عرض از مبدأ ثابت است. فرض صفر آزمون، نسبت درستنمایی بر مبنای سیستم معادلات نامقید و یا کمتر مقید شده می‌باشد و اگر رد شود، به این معنی است که برآورد الگوی سیستم معادلات مقید مناسب تشخیص داده شده است.

جداول ۱ و ۲ نتایج آزمون نسبت درستنمایی جهت انتخاب بین دو الگوی سیستمی را نشان می‌دهند.

جدول ۱. آزمون نسبت درستنمایی به منظور انتخاب بین داده‌های ترکیبی و تابلویی

آماره آزمون نسبت درستنمایی (LR)	آماره کای دو با درجه آزادی ۲۱ ($\chi^2_{0.05}$)
۳۸	۱۱/۶

مأخذ: محاسبات پژوهش

1. Likelihood Ratio Test
2. Full Information Maximum Likelihood

با توجه به اینکه آماره آزمون LR از مقدار آماره کای دو بزرگتر می‌باشد، فرض صفر مبنی بر استفاده از داده‌های ترکیبی رد می‌شود. بنابراین، الگو می‌باید با داده‌های تابلویی برآورد گردد. همان‌طور که قبلاً بیان شد، برآورد الگو با داده‌های تابلویی به دو صورت اثرات ثابت و اثرات تصادفی می‌باشد، که به منظور انتخاب بین این دو روش نیز از آزمون نسبت درست‌نمایی استفاده شد.

جدول ۲. آزمون نسبت درست‌نمایی به منظور انتخاب بین اثرات ثابت و اثرات تصادفی

آماره آزمون نسبت درست‌نمایی (LR)	آماره کای دو با درجه آزادی ۲۱ $(\chi^2_{0.05})$
۶۴۴	۱۱/۶

مأخذ: محاسبات پژوهش

همان‌طور که از جدول ۲ پیداست فرض صفر مبنی بر استفاده از روش اثرات ثابت رد شده و می‌باید الگو به روش اثرات تصادفی برآورد گردد.

جدول ۳ ضرایب حاصل از برآورد سیستم معادلات فوق را نشان می‌دهد.

جدول ۳. پارامترهای برآورد شده الگو به روش اثرات تصادفی

پارامتر	ضرایب	آماره t	احتمال	پارامتر	ضرایب	آماره t	احتمال
α_0	۱۲۶/۲	۴/۱۹	۰/۰۰۰	β_{EF}	-۲/۴۶	-۰/۳۸	۰/۷
β_{OT}	۳/۹۲	۰/۹۸	۰/۳۳	β_{EE}	-۳۹/۷۳	-۱۰/۴۳	۰/۰۰۰
α_Q	۰/۱۲	۰/۷۱	۰/۴۷	β_{FF}	-۸۷/۶۲	-۱۳/۷۱	۰/۰۰۰
α_{QT}	۰/۰۳	۱/۳۳	۰/۱۸	β_{QQ}	-۰/۰۰۰۳	-۲/۷۷	۰/۰۰۶
α_K	-۰/۸۳	-۱۱/۷۳	۰/۰۰۰	β_{KK}	۰/۰۰۲	۱۶/۱۹	۰/۰۰۰
α_{KT}	-۰/۰۳	-۴/۴۳	۰/۰۰۰	β_{KQ}	-۰/۰۰۰۲	-۳/۲۷	۰/۰۰۱
α_F	۱۴۱/۶۲	۸/۷۴	۰/۰۰۰	δ_{KK}	۰/۰۴	۵/۶۷	۰/۰۰۰
α_E	۱۰۷/۶۱	۱۰/۴۳	۰/۰۰۰	λ^*	۰/۱۳	۶۵/۰۰	۰/۰۰۰
β_{ET}	۵/۵	۶/۰۱	۰/۰۰۰				
β_{FT}	۴/۲۱	۳/۰۹	۰/۰۰۲				
β_{FQ}	۰/۰۳	۱/۸	۰/۰۷				
β_{EQ}	۰/۰۸	۹/۵۳	۰/۰۰۰				
β_{EK}	-۰/۰۳	-۱/۳۶	۰/۱۷				
β_{FK}	-۰/۰۵	-۲/۰۳	۰/۰۴				

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول فوق نشان می‌دهد که بجز ۵ پارامتر، بقیه ضرایب در سیستم معادلات، از معنی‌داری لازم برخوردارند. ضرایب مربوط به قیمت نهاده‌های تولید مثبت و معنی‌دار بوده و بنابراین، با افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی، هزینه تولید افزایش می‌یابد. ضریب مربوط به تغییرات تکنولوژیکی (زمان) مثبت می‌باشد؛ به این معنی که در طول زمان و همراه با تغییرات تکنولوژیکی هزینه افزایش می‌یابد. ضرایب مربوط به توان اول و دوم تولید به ترتیب برابر با $0/12$ و $-0/003$ می‌باشد، به این معنی که با افزایش تولید و گسترش فعالیت‌های تولید هزینه افزایش می‌یابد و این افزایش تا حدودی کاهنده می‌باشد. KKD ضریب سرمایه‌گذاری خالص در تابع هزینه تعدیل‌شده و برابر با $0/04$ می‌باشد. این ضریب معنی‌دار بوده و نشان می‌دهد که با افزایش سرمایه‌گذاری هزینه تعدیل افزایش می‌یابد.

حال می‌توان کشش‌های قیمتی و تولیدی و پیشرفت فنی را به دست آورد.

جدول ۴ کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع بین نهاده‌ها در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را نشان می‌دهد. کشش‌های قیمتی تغییرات تقاضای نهاده‌ها را در واکنش به تغییرات قیمت نهاده‌ها نشان می‌دهد. کشش‌های قیمتی خودی در هر سه دوره زمانی، مطابق انتظار، علامت منفی دارند.

با توجه به این جدول، در حرکت از کوتاه مدت به سمت بلندمدت، اندکی حساسیت نهاده‌ها نسبت به تغییرات قیمت خودشان افزایش یافته است. در بین نهاده‌ها نیروی کار بیشترین حساسیت را نسبت به قیمت خودش دارد. کشش قیمتی خودی سرمایه از $-0/55$ به نزدیک واحد رسیده است. کشش‌های قیمتی متقاطع، حساسیت تقاضای یک نهاده نسبت به تغییرات قیمت نهاده دیگر را نشان می‌دهند. اگر علامت این کشش مثبت باشد، نشانگر جانشین بودن آن دو نهاده با یکدیگر است و اگر منفی باشد، نشانگر مکمل بودن آن دو نهاده می‌باشد.

در حرکت از کوتاه مدت به سمت بلندمدت، کشش‌های قیمتی متقاطع، حساسیت بیشتری پیدا کرده‌اند. حساسیت تقاضای حامل‌های انرژی نسبت به تغییر قیمت الکتریسیته افزایش یافته است. در بلندمدت، موجودی سرمایه به طور کامل تعدیل شده و سرمایه جدید در فرایند تولید قرار می‌گیرد و بنابراین، حساسیت تقاضای موجودی سرمایه نسبت به قیمت سه نهاده دیگر افزایش می‌یابد.

جدول ۴. کشش های قیمتی خودی و متقاطع در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

		F	E	L	K
کوتاه‌مدت	F	-۱/۱۱	-۰/۰۳	۱/۱۴	
	E	-۰/۰۳	-۰/۴۵	۰/۴۸	
	L	۱/۱۴	۰/۴۸	-۱/۲۷	
	K				
میان‌مدت	F	-۱/۱۲	-۰/۰۳	۱/۱۱	۰/۰۴
	E	-۰/۰۳	-۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۰۲
	L	۱/۱۱	۰/۴۶	-۱/۲۸	۰/۴۹
	K	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۴۹	-۰/۵۵
بلندمدت	F	-۱/۱۳	-۰/۰۴	۰/۹	۰/۲۷
	E	-۰/۰۴	-۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۱۷
	L	۰/۹	۰/۳۳	-۱/۳۱	۰/۶
	K	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۶	-۱/۰۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

کشش جانشینی آلن همانند کشش های قیمتی، ارتباط بین نهاده ها را نشان می‌دهد و تنها تفاوتی که با آن دارد، در اندازه کشش ها می‌باشد. کشش جانشینی موریشیما معیار دیگری برای اندازه‌گیری درجه جانشینی بین نهاده‌هاست که انحنای منحنی تولید یکسان و اثرات تغییر در قیمت نسبی را روی سهم نسبی هزینه بیان می‌کند. با توجه به کشش جانشینی موریشیما تمامی نهاده ها در هر سه دوره زمانی، جانشین می‌باشند.

جدول ۵ کشش های تولیدی نهاده‌ها در سه دوره زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را نشان می‌دهد. کشش تولیدی بیانگر این است که تقاضای نهاده‌ها نسبت به تغییرات تولید چه واکنشی دارند.

در کوتاه‌مدت، کشش تولیدی الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی، مثبت و کوچکتر از واحد می‌باشد. در میان‌مدت، کشش های تولیدی نهاده‌ها نسبت به دوره کوتاه‌مدت تغییری نکرده و در بلندمدت کشش های تولیدی نهاده ها نسبت به کوتاه‌مدت تغییر اندکی داشته اند. کشش تولیدی سرمایه در بلندمدت به دلیل تعدیل موجودی سرمایه، بیشتر از مقدار آن، در میان‌مدت می‌باشد.

جدول ۵. کشش های تولیدی نهاده‌ها در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

	F	E	L	K
کوتاه‌مدت	۰/۰۶۵	۰/۱۳۲	-۰/۱۹	
میان‌مدت	۰/۰۶۳	۰/۱۳۲	-۰/۲۲	۰/۰۲
بلندمدت	۰/۰۵۵	۰/۱۳	-۰/۳۴	۰/۱۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۶ کشش های پیشرفت فنی نهاده‌ها را در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد. کشش پیشرفت فنی بیانگر این است که تقاضای نهاده‌ها چه واکنشی نسبت به تغییرات تکنولوژیکی دارند.

در حرکت از کوتاه مدت به سمت بلندمدت، کشش های پیشرفت فنی افزایش یافته و حساس‌تر شده‌اند. در بلندمدت، که موجودی سرمایه به طور کامل تعدیل شده و سرمایه جدید در فرایند تولید قرار گرفته است، کشش پیشرفت فنی سرمایه و نیروی کار در مقایسه با دوره زمانی میان‌مدت افزایش یافته‌اند، به طوری که تغییرات تکنولوژیکی، تقاضای سرمایه را افزایش داده ولی تقاضای نیروی کار را کاهش داده. در حالی که از حساسیت تقاضای الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی نسبت به تغییرات تکنولوژیکی، کاسته شده است. همان طور که انتظار می‌رود، تغییرات تکنولوژیکی موجودی سرمایه را در مقایسه با الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی، بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد.

جدول ۶. کشش‌های پیشرفت فنی (زمان) نهاده‌ها در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

	F	E	L	K
کوتاه‌مدت	۰/۰۴	۰/۰۹	-۰/۰۴	
میان‌مدت	۰/۰۴۶	۰/۰۵	-۰/۱۲	۰/۰۲
بلندمدت	۰/۰۴	۰/۰۴۶	-۰/۲۱	۰/۱۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

کشش هزینه نسبت به تولید، یک اندازه‌گیری برای صرفه‌های ناشی از مقیاس می‌باشد. هرگاه کشش بلندمدت هزینه نسبت به تولید بزرگتر از واحد باشد، شواهدی از عدم صرفه‌های اقتصاد بوده

و اگر این کشتش کوچکتر از واحد باشد، صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت. کشتش هزینه نسبت به تولید برابر با $0/۱۳$ و معنی‌دار می‌باشد. این کشتش کوچکتر از واحد بوده و بیانگر وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنایع کارخانه‌ای ایران است. بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، نشان دهنده این است که چنانچه میزان استفاده از نهاده‌های تولید به میزان مشخصی افزایش یابد، مقدار محصول به دست آمده به همان میزان افزایش می‌یابد. آماره آزمون کای دو، بیانگر رد شدن این فرض می‌باشد.

۸- هدفمند کردن یارانه حامل‌های انرژی

هدفمند کردن یارانه‌ها و آزادسازی قیمت‌های انرژی برای بخش صنعت کشورمان، نه یک تهدید بلکه یک فرصت برای افزایش کارایی و بهره‌وری آنهاست. هدفمند کردن یارانه‌ها در بخش صنعت، آثار متعددی دارد اما سه اثر آن بسیار مهم است. اول آنکه، منابع انرژی برای استفاده در بخش تولید آزاد می‌شود، به این معنا که صنایع تلاش خواهند کرد، در موقعیت‌هایی که امکان‌پذیر است در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنند. دوم اینکه، برای محصولات اثرگذار در مصرف انرژی یا محصولات انرژی‌بر، تقاضاها جابه‌جا می‌شود. به این معنا که تقاضا برای خدمات و محصولات پربازده افزایش می‌یابد که این، یک اثر مثبت است. محور سوم، یافتن راهکارهایی در راستای کاهش هزینه تولید است.

هدفمند کردن یارانه از یک جهت می‌تواند باعث افزایش هزینه‌های تولید و زیان‌ده شدن بنگاه‌ها یا ورشکستگی آنها شود؛ اما در عین حال می‌تواند یک فرصت باشد زیرا افزایش قیمت انرژی، هزینه‌های بیشتری را به بنگاه تحمیل می‌کند و افزایش هزینه‌ها باعث می‌شود بنگاه‌ها به یافتن راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری مبادرت ورزند.

حال فرض می‌کنیم که قیمت انواع حامل‌های انرژی پس از اجرای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها و آزادسازی قیمت‌ها، برابر با قیمت فوب فرآورده‌های نفتی در بازار خلیج فارس و برای برق، برابر با هزینه تمام شده آن در بخش صنعت قرار بگیرد و بنابراین می‌باید نسبت قیمت بازار خلیج فارس و هزینه تمام شده برق را به قیمت‌های مشمول یارانه حامل‌های انرژی پیدا کرده و عدد حاصل را در قیمت‌های مشمول یارانه ضرب کنیم تا به قیمت واقعی حامل‌های انرژی طی سال‌های ۱۳۷۴ الی ۱۳۸۶ برسیم. محاسبات نشان داد که قیمت واقعی حامل‌های انرژی و برق به طور متوسط به ترتیب $۶/۲$ و $۱/۴$ برابر قیمت‌های مشمول یارانه آنهاست. یعنی شاخص قیمت فرآورده‌های نفتی پس از واقعی شدن قیمت‌ها $۶/۲$ برابر قیمت آن قبل از واقعی شدن قیمت‌ها می‌باشد و به همین ترتیب، برای برق قیمت واقعی $۱/۴$ برابر قیمت مشمول یارانه آن است.

حال با توجه به توضیحات ارائه شده، الگوی برآورد شده در بخش قبل، در حالت حذف یارانه حامل‌های انرژی برآورد می‌شود. در ادامه، نتایج به دست آمده از برآورد الگو در حالت حذف یارانه‌ها بیان شده و با حالتی که به حامل‌های انرژی یارانه تعلق گرفته است، مقایسه می‌شود.

با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، ضریب تعدیل موجودی سرمایه افزایش می‌یابد (ضریب تعدیل از ۰/۱۳ به ۰/۱۷ افزایش یافته است). یکی از دلایل افزایش سرعت تعدیل موجودی سرمایه این است که با افزایش قیمت‌های حامل‌های انرژی و الکتریسیته، تقاضای آنها کاهش می‌یابد، و بالطبع در پی کاهش تقاضای این دو نهاد، سطح تولید کاهش می‌یابد. جهت جبران کاهش سطح تولید، موجودی سرمایه تعدیل شده و در جریان تولید قرار می‌گیرد.

حال به بررسی و تفسیر کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع، کشش تولیدی و کشش پیشرفت فنی نهاده‌های تولید در حالت افزایش قیمت حامل‌های انرژی پرداخته می‌شود.

جدول ۷ کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع نهاده‌های تولید را در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت در حالت افزایش قیمت‌های حامل‌های انرژی و الکتریسیته نشان می‌دهد. مطابق انتظار، کشش‌های قیمتی خودی در هر سه دوره زمانی علامت منفی دارند. با توجه به نتایج به دست آمده، کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع در این حالت از حساسیت کمتری برخوردارند. یعنی پس از افزایش قیمت‌ها، تقاضای حامل‌های انرژی و الکتریسیته کمتر تحت تأثیر تغییر قیمت آنها قرار می‌گیرند.

با توجه به کشش‌های قیمتی متقاطع، دو نهاد الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی مکمل یکدیگر هستند و بین باقی نهاده‌ها ارتباط جانشینی برقرار است. می‌توان گفت تقاضای الکتریسیته با افزایش قیمت حامل‌های انرژی کاهش می‌یابد و برعکس. موجودی سرمایه در بلندمدت رابطه جانشینی با سه نهاد دیگر دارد. این نشان می‌دهد که افزایش قیمت الکتریسیته و سایر حامل‌های انرژی منجر به استفاده از تکنولوژی‌های انرژی اندوز در صنایع کارخانه‌ای ایران می‌شود.

جدول ۷. کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع در حالت حذف یارانه حامل‌های انرژی و الکتريسته

		F	E	L	K
کوتاه‌مدت	F	-۰/۱۸۳	-۰/۰۱۲	۰/۱۹۵	
	E	-۰/۰۱۲	-۰/۳۲۲	۰/۳۳۴	
	L	۰/۱۹۵	۰/۳۳۴	-۰/۴۳۱	
	K				
میان‌مدت	F	-۰/۱۸۳	-۰/۰۱۲	۰/۱۸۲	۰/۰۱۴
	E	-۰/۰۱۲	-۰/۳۲۲	۰/۳۳۳	۰/۰۰۲
	L	۰/۱۸	۰/۳۳۲	-۰/۴۳۱	۰/۴۷۴
	K	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۴۷۴	-۰/۴۹
بلندمدت	F	-۰/۱۸۵	-۰/۰۱۲	۰/۱۱۶	۰/۰۸۱
	E	-۰/۰۱۳	-۰/۳۲۲	۰/۳۲۴	۰/۰۱
	L	۰/۱۱۵	۰/۳۲۴	-۰/۴۳۳	۰/۶۳۷
	K	۰/۰۸۴	۰/۰۱	۰/۶۳۵	۰/۷۲۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۸ کشش‌های تولیدی نهاده‌ها را در حالت حذف یارانه‌های الکتريسته و حامل‌های انرژی نشان می‌دهد. نتایج این جدول نشان می‌دهند که افزایش تولید منجر به افزایش تقاضای نهاده‌های الکتريسته، سایر حامل‌های انرژی و موجودی سرمایه می‌شود. حساسیت تقاضای حامل‌های انرژی نسبت به تولید در این حالت، در مقایسه با حالتی که به حامل‌های انرژی یارانه تعلق گرفته، کاهش یافته است. یعنی افزایش تولید منجر به اندکی افزایش تقاضای حامل‌های انرژی توسط صنعت کاران می‌شود؛ چرا که افزایش قیمت این نهاده تأثیر زیادی بر کاهش تقاضای آن گذاشته است. کشش تولیدی موجودی سرمایه در بلندمدت چندین برابر بیشتر از مقدار آن در میان‌مدت می‌باشد؛ یعنی افزایش تولید منجر به تقاضای هر چه بیشتر موجودی سرمایه در بلندمدت خواهد شد.

جدول ۸. کشش های تولیدی در حالت حذف یارانه حامل های انرژی و الکتریسیته

	F	E	L	K
کوتاه مدت	۰/۰۳۷	۰/۱۳۴	-۰/۱۷	
میان مدت	۰/۰۳۷	۰/۱۳۴	-۰/۱۹	۰/۰۳
بلند مدت	۰/۰۳۳	۰/۱۳۳	-۰/۳۲	۰/۱۵

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول ۹ کشش های پیشرفت فنی (زمان) در حالت حذف یارانه حامل های انرژی و الکتریسیته را نشان می دهد. کشش های پیشرفت فنی سه نهاد الکتریسیته، حامل های انرژی و موجودی سرمایه، مثبت بوده و کشش پیشرفت فنی نیروی کار، منفی می باشد؛ یعنی در طول زمان و با تغییرات تکنولوژیکی، تقاضای نیروی کار کاهش یافته و تقاضای سه نهاد دیگر افزایش می یابد. کشش های پیشرفت فنی در این حالت، نسبت به حالتی که به حامل های انرژی و الکتریسیته، یارانه تعلق می گرفت، کوچکتر می باشند. در اینجا نیز می توان اینگونه بیان کرد که افزایش قیمت الکتریسیته و حامل های انرژی مانع از این می شود که تغییرات تکنولوژیکی منجر به افزایش تقاضای این دو نهاد به مقدار زیاد شود.

جدول ۹. کشش های پیشرفت فنی (زمان) در حالت حذف یارانه حامل های انرژی و

الکتریسیته

	F	E	L	K
کوتاه مدت	۰/۰۳۱	-۰/۰۷	۰/۰۴	
میان مدت	۰/۰۳۱	۰/۰۴	-۰/۰۹	۰/۰۲
بلند مدت	۰/۰۲۸	۰/۰۴	-۰/۱۹	۰/۱۲

مأخذ: یافته های پژوهش

همان طور که بیان شد، کشش هزینه نسبت به تولید، یک اندازه گیری برای صرفه های ناشی از مقیاس می باشد. در این حالت، کشش هزینه نسبت به تولید برابر با ۰/۲۶ و معنی دار می باشد. این کشش، کوچکتر از واحد و بیانگر وجود صرفه های ناشی از مقیاس در صنایع کارخانه ای ایران است.

کشش هزینه نسبت به تولید در این حالت، نسبت به حالتی که به حامل‌های انرژی و الکتریسیته، یارانه تعلق می‌گرفت، بیشتر می‌باشد؛ یعنی در این حالت، افزایش تولید منجر به افزایش هزینه، بیش از حالت تعلق گرفتن یارانه، می‌شود؛ زیرا افزایش قیمت الکتریسیته و حامل‌های انرژی منجر به افزایش مخارج (سهم هزینه) این دو نهاد در هزینه کل صنایع شده است.

۹- نتیجه‌گیری

۱- ضریب تعدیل موجودی سرمایه در صنایع کارخانه‌ای ایران، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، اندکی افزایش می‌یابد.

۲- کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، کوچکتر می‌شوند؛ یعنی پس از افزایش قیمت‌ها، تقاضای حامل‌های انرژی نسبت به قیمت آنها دیگر حساسیت زیادی نشان نمی‌دهند.

۳- کشش‌های تولیدی و پیشرفت فنی نهادها در حالت افزایش قیمت‌ها، کوچکتر از حالت تعلق گرفتن یارانه به حامل‌های انرژی می‌باشد؛ به این معنی که افزایش تولید و تغییرات تکنولوژیکی باعث افزایش تقاضای حامل‌های انرژی نخواهد شد.

۴- آزمون نسبت راستنمایی نشان داد که در صنایع کارخانه‌ای ایران، بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود ندارد. با توجه به اندازه کشش هزینه نسبت به تولید، با افزایش یک واحد تولید، هزینه به میزان بیش از یک واحد افزایش می‌یابد و بنابراین، در صنایع کارخانه‌ای ایران، بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس وجود دارد.

۱۰- پیشنهادات

کشش‌های متقاطع برآورد شده، نشان می‌دهند که میان نهاد انرژی و دیگر نهادها، امکان جایگزینی نسبتاً محدودی وجود دارد و بنابراین، افزایش در قیمت هر کدام از نهادها، سبب افزایش هزینه‌های تولید کوتاه‌مدت و بلندمدت در صنایع ایران می‌شود. این موضوع در ارتباط با مصرف نهاد انرژی، بیانگر ضرورت تلاش برای صرفه‌جویی این نهاد توسط ابزارها و سیاست‌های غیرقیمتی، از جمله بهبود کیفیت تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و ممیزی انرژی در بخش صنعت است. همچنین، هدفمند شدن یارانه حامل‌های انرژی باعث حرکت صنایع به سمت استفاده از تکنولوژی‌های انرژی اندوز خواهد شد. با توجه به نتایج به دست آمده از کشش جانشینی موریشیما، که رای به جانشینی دو نهاد حامل‌های انرژی و سرمایه با یکدیگر دارد، افزایش قیمت حامل‌های انرژی سبب کاهش تقاضای آن شده و از طرفی، تقاضای سرمایه افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، با افزایش تدریجی قیمت

حامل‌های انرژی، اولاً، می‌توان از مصرف بی‌رویه حامل‌های انرژی جلوگیری کرده و منابع انرژی را حفظ نمود و همچنین تولید گازهای آلاینده توسط صنایع را کاهش داد. ثانیاً، صنایع می‌توانند از تجهیزات و تکنولوژی‌هایی استفاده کنند که کیفیت بالایی داشته و بیشترین صرفه‌جویی را در مصرف انرژی دارند.

پیشنهاد دیگر اینکه در صنایع کارخانه‌ای به تعدیل موجودی سرمایه توجه بیشتری صورت گیرد و با مستهلک شدن تجهیزات، جایگزینی آنها مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا ضریب تعدیل موجودی سرمایه در صنایع ایران (۰/۱۳)، کمتر از ضریب تعدیل در صنایع کشورهای توسعه یافته از جمله آمریکا و کانادا (۰/۳)، ژاپن (۰/۵)، تایوان (۰/۴) و کره جنوبی (۰/۳) می‌باشد.

منابع

- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳) اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر رشد اقتصادی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران؛ رساله دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.
- حیدری، ابراهیم (۱۳۸۵) تخمین توابع تقاضای کوتاه مدت و بلندمدت عوامل تولید در بخش صنعت ایران؛ مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۶، آذر و دی: ۱۵۶-۱۴۳.
- رنجبر فلاح، محمدرضا (۱۳۷۹) الگوی جامع تقاضای انرژی در ایران؛ پایان نامه دکترای علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس.
- زراء نژاد، منصور و انصاری، الهه (۱۳۸۶) اندازه گیری بهره وری سرمایه در صنایع بزرگ استان خوزستان؛ فصلنامه بررسی های اقتصادی، شماره ۴: ۲۶-۱.
- مرکز آمار ایران (نشریات) نتایج آمارگیری از کارگاه های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶.
- Arnberg, S. and T.B. Biorner 2007 Substitution between energy, capital and labor within industrial companies: A micro panel data analysis; Resource and energy economics, Volume 29, Issue 2, May, pages 122-136.
- Berndt, E. R. M. A. Fuss and L. Waverman (1977) Dynamic models of the industrial demand for energy; Research report EA-580, Electric Power Research Institute, Palo Alto CA.
- Berndt, E. R., M. A. Fuss and L. Waverman (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.
- Berndt E. R., and B. C. Field (1981) Modeling and Measuring Natural Resource Substitution; MIT Press.
- Berndt, E. R. and D. M. Hesse (1986) Measuring and Assessing Capacity Utilization in the Manufacturing Sector of Nine OECD Countries, European Economic Review, 30: 961-989.
- Berndt, E. R., C. J. Morrison and G. C. Watkins (1981) Dynamic Models of energy demand: An Assessment and Comparison; in: E.R. Berndt and B.C. Fields, eds., Modelling and Measuring Natural Resource Substitution, MIT Press, Cambridge, MA.
- Blackorby, C., and E. R. Russell (1989) The Morishima Elasticity of Substitution: Symmetry, Constancy, and the Relationship to the Hicks and Allen Elasticities; Review Economic Study, in Press.
- 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.

- Denny, M., M. A. Fuss and L. Waverman (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.
- Eisner, R., R. H. Stortz, (1963) Determinants of Business Investment; in: D.B. Suites et al., eds., Impacts of Monetary Policy, Englewood Cliffs, N. J.
- 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.
- Lucas, R. E, Jr. (1967) Optimal Investment Theory and the Flexible Accelerator; International Economic Review, 8, No. 1: 78-85.
- Morena, C. (2007) Factor Demand Modelling: the Theory and the Practice; Applied Mathematical Sciences, 1, No. 31: 1519 –1549.
- Nadiri, M. I., and I. Pucha (1999) Dynamic Factor Demand Models and Productivity Analysis; Economic Research Reports, C.V. Starr Center for Applied Economics.
- Nadiri, M. I., and S. Rosen (1969) Interrelated Factor Demand Functions; American Economic Review, 59: 457-471.
- Nadiri, M. I., and S. Rosen (1973) A Disequilibrium Model Of Demand for Factors of Production; Columbia University Press, New York.
- Pindyck, R. S. (1979) Interfuel Substitution and the Industrial Demand for energy: An International Comparison; Review of Economics and Statistics, LXI, No. 2: 169-179.
- Treadway, A. B. (1971) On the Multivariate Flexible Accelerator; Econometrica, 39, No.5.
- Treadway, A. B. (1974) The Globally Optimal Flexible Accelerator; Journal of Econometric Theory, 7: 17-39.
- Walfridson, B. (1987) A Dynamic models of factor demand: An Application to Swedish industry; PHD Thesis, Goteborg University, Sweden.