

بررسی ساختار هزینه کارخانه سیمان فارس با استفاده از تابع هزینه ترکیبی^۱

چکیده

به دلیل سهم بالای ارزش افزوده صنعت سیمان در تولید ملی و نقش آن در پروژه‌های عمرانی، تحلیل نوع روابط بین نهاده‌ها در تولید آن دارای اهمیت است. در این مقاله با استفاده از تابع هزینه ترکیبی و رهیافت دوگانه هزینه، صرفه‌های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس و کشش‌های جانشینی در شرکت سیمان فارس برآورد و تحلیل شده است. برای استخراج تابع هزینه از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری غیرخطی (NLSUR) طی دوره‌ی ۹۱:۱۲-۱۳۸۱:۱ داده‌های فصلی و نرم‌افزار Limdep^۸ استفاده شده است. مطابق نتایج استخراج کشش‌های جزئی متقاطع آلن هر جفت از نهاده‌ها، نیروی کار جانشین سرمایه و سایر خدمات بوده است. نهاده سرمایه و سایر خدمات مکمل یکدیگر هستند. همچنین کشش‌های قیمتی تقاضا، نشان‌گر کشش-ناپذیری تقاضای عوامل تولید در برابر تغییرات قیمت خود آن عوامل است. مطابق سایر نتایج تحقیق، تولید سیمان در شرکت سیمان فارس دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی نسبت به مقیاس صعودی بوده است.

^۱ - ابراهیم انواری، منصور زراءنژاد، هانیه اسکندری

Abstract

It is important to analyze the relationship between inputs in the production due to high share of added value and great contribution of cement industry in national production and construction projects. In this paper, returns to scale, elasticities of substitution, function coefficients and economies of scale in Fars Cement Company were estimated and analyzed using the composite cost function and dual cost approach. The iterated nonlinear seemingly unrelated regression (NLSUR) method from ۲۰۰۲ to ۲۰۱۲ and quarterly data with Limdep[^] Software were used in order to estimate the cost function. Allen cross partial elasticity results for each pair of inputs showed that labor is a substitution for capital and other services. Capital input and other services are complementary. In addition, demand price elasticities indicate inelasticity of input demand against changes in price of related factors. According to research results, production of cement in Fars Cement Company enjoyed economies of scale and increasing return to scale.

Keywords: elasticities of substitution, composite cost function, returns to scale, iterated nonlinear seemingly unrelated regressions

۱- مقدمه

با شدت یافتن رقابت در صحنه جهانی، اندازه‌گیری کارایی برای نهادهای مختلف، جهت شناسایی عوامل مؤثر بر آن به خصوص برای کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران امری کاملاً ضروری است و در راستای فرایند توسعه صنعتی آنها است. در بخش‌های مختلف، صنعت به لحاظ به-کارگیری عوامل تولید از جمله نیروی کار و سرمایه، چنانچه در سطح پایین بهره‌وری و کارایی فعالیت نمایند، باعث اتلاف بیشتر منابع اقتصادی گشته و چنانچه در همین شرایط به فعالیت خود ادامه دهند، منجر به اشتغال ناقص و تحمیل هزینه‌های بالاتری به جامعه می‌گردند. از این دیدگاه ضرورت دارد که ابتدا بهره‌وری و کارایی صنایع مختلف اندازه‌گیری شود تا صنایع کارا مشخص شوند و سپس با توجه به نوع به‌کارگیری عوامل در صنایع دارای کارایی بالاتر، راهکارهای سیاستی جهت به‌کارگیری کارا تر عوامل تولید در صنایع با کارایی کمتر ارائه شود.

توسعه‌ی صنعتی یکی از شروط لازم توسعه‌ی اقتصادی محسوب می‌گردد. در فرایند توسعه صنعتی گسترش صنعت سیمان به دلیل اهمیت آن در بین صنایع دیگر به لحاظ جذب سرمایه، ایجاد فرصت‌های شغلی، مصرف سوخت و برق، سهم آن در ارزش افزوده بخش صنعت و همچنین به عنوان یکی از مهم‌ترین نهادها در بخش ساختمان با توجه به نیاز کشور در امر بازسازی و تکمیل طرح‌های زیربنایی بیش از پیش مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. محصول سیمان یکی از پر مصرف‌ترین فرآورده‌های صنعتی در دنیا بوده و بالاترین میزان تولید را در بین محصولات صنعتی در جهان دارا است. سیمان فرآورده‌ی است حجیم که ارزش آن به نسبت فضایی که اشغال می‌کند بسیار پایین است. این امر سبب شده است تا عواملی نظیر مسافت و یا هزینه حمل و نقل و بهای سوخت در فروش و صادرات سیمان تأثیرگذار باشد. سهم صنعت سیمان در اقتصاد کشور همواره در حال رشد بوده و براساس قیمت‌های مصوب داخلی حدود ۲/۵ درصد و براساس قیمت-های جهانی حدود ۴ درصد از تولید ناخالص ملی در اختیار صنعت سیمان است (روزنامه دنیای اقتصاد- شماره ۲۹۳۲). کارخانه سیمان فارس از نظر قدمت دومین کارخانه سیمان کشور است. که اولین خط تولید آن در سال ۱۳۳۴ مورد بهره برداری قرار گرفت در حال حاضر دو خط تولید کارخانه با مجموع ظرفیت تولیدی ۲۵۰۰ تن در روز، انواع سیمان پرتلند، پرتلند پوزولانی و تیپ ۲ را تولید می نماید که این میزان حدود یک چهارم کل سیمان تولیدی استان است.

با توجه به نکات فوق شناخت کارایی صنعت سیمان از لحاظ اقتصادی همواره مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور بوده است که این نیز بدون توجه به ساختار هزینه و

تکنولوژی جهت کاهش هزینه‌ها و به تبع آن افزایش سود و در نهایت برنامه‌ریزی در این صنعت امکان‌پذیر نخواهد بود.

در بخش دوم ادبیات موضوع بررسی شده است. بعد از تشریح مبانی نظری تابع هزینه در بخش سوم، در بخش چهارم داده تشریح شده است. نتایج برآورد تابع هزینه و محاسبه کشش‌ها به ترتیب در بخش پنجم و ششم بررسی شده است. در آخر نیز نتایج و پیشنهادهای ارائه شده است.

۲- مروری بر مطالعات انجام شده

بلاچ^۱ و دیگران (۲۰۰۱) ساختار هزینه خدمات تلفنی استرالیا را با استفاده از تابع هزینه ترکیبی و داده‌های سری زمانی ۱۹۹۱-۱۹۲۶ تجزیه و تحلیل کرده‌اند. مطابق نتایج این تحقیق، خدمات تلفنی استرالیا دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس بوده ولی صرفه‌های ناشی از تنوع در این بخش وجود نداشته است.

المتاری و برنی^۲ (۲۰۰۲) در تحقیق خود به بررسی جانشینی عوامل و صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنعت نفت خام کویت پرداخته‌اند. بدین‌منظور تابع هزینه با فرم تابعی ترانسلاگ با روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری برآورد گردیده است. در برآورد تابع از ترکیب داده‌های سری زمانی از سال‌های ۱۹۹۶-۱۹۷۶ استفاده شده است. نتایج نشان داد که ساختار تولید به کار گرفته شده هموتتیک نیست و اثر مقیاس کاربر است. کشش جانشینی بین سرمایه و نیروی کار مثبت است کشش قیمتی همه عوامل تولید پایین است. عدم صرفه‌جویی نسبت به مقیاس در تولیدات نفت خام کویت تأیید شده است.

پیاچنزه و واننی^۳ (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی تابع هزینه در نمونه‌ای از خدمات عمومی ایتالیا (ترکیبی از گاز، آب و برق) با استفاده از الگوی ترکیبی چندمحصولی برای دوره ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۶ پرداخته‌اند. در تخمین پارامترها از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS)^۴ غیرخطی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که خصوصیات تابع هزینه ترکیبی (PB_c)^۵ نسبت به

^۱ Bloch

^۲ Mutairi and Burney

^۳ Piacenza and Vannoni

^۴ Generalized Least Squares

^۵ Multi-product composite cost function

توابع ترانسلاگ (ST)^۱، ترانسلاگ تعمیم یافته (GT)^۲ و درجه دو جدایی پذیر (SQ)^۳ سازگاری بهتری با داده‌های مشاهده شده دارد. همین‌طور تابع هزینه ترکیبی، توضیح واضحتری از تکنولوژی چندمحصولی نسبت به تابع ترانسلاگ تعمیم یافته ارائه می‌دهد. از این‌رو تخصیص شدن بنگاه‌ها می‌تواند هزینه‌هایشان را کاهش دهد.

بوتاسو^۴ و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق خود به بررسی ساختار هزینه برای نمونه‌ای از خدمات عمومی همگانی آب و فاضلاب انگلیس و ولز پرداخته‌اند بدین‌منظور از تابع هزینه ترکیبی برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که صرفه‌های ناشی از مقیاس و عدم صرفه‌های ناشی از تنوع وجود دارد. آزمون حداکثر راستنمایی بر شایستگی استفاده از تابع هزینه ترکیبی نسبت به سایر توابع هزینه‌ای تأکید دارد.

مارتین^۵ و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از تابع هزینه ترانسلاگ و کشش جانشینی آلن به بررسی صرفه‌های ناشی از مقیاس و هزینه‌های نهایی در فرودگاه‌های اسپانیا پرداخته‌اند. نتایج آنها نشان دهنده وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس و توسعه تکنولوژی در صنعت هواپیمایی اسپانیا بوده است.

پارک^۶ و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری غیر خطی و داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۹۷۸-۲۰۱۱ به بررسی کارایی سیستم گرمایش در کره جنوبی پرداخته‌اند، نتایج نشان‌دهنده وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در این صنعت بوده است.

نگهبان (۱۳۸۱) در مطالعه‌ای با عنوان تابع هزینه شرکت مخابرات ایران و محاسبه رشد بهره‌وری، به بررسی ساختار هزینه شرکت مخابرات ایران در خصوص مکالمات درون‌شهری و برون‌شهری (تلفن سیمی) پرداخته است. بدین‌منظور توابع هزینه ترانسلاگ بلندمدت و کوتاه‌مدت مکالمات تلفنی با استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری برای دوره ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۹ برآورد شده است. نتایج تحقیق نشان داد که در بلندمدت عوامل سرمایه و نیروی کار نسبت به تغییرات

^۱ Standard translog

^۲ Generalized translog

^۳ Separable quadratic

^۴ Bottasso

^۵ Martin

^۶ Park

قیمتی بی‌کاهش و مواد اولیه و انرژی باکاهش هستند، در صورتی که در کوتاه‌مدت نیروی کار، مواد اولیه و انرژی، باکاهش هستند. در بلندمدت شرکت مخابرات با عدم صرفه‌جویی ناشی از مقیاس و در کوتاه‌مدت با بازدهی کاهنده به مقیاس مواجه است. همچنین تغییرات تکنولوژی مورد استفاده در ارائه خدمات تلفنی، هزینه‌بر بوده و نه تنها هزینه‌ها را کاهش نداده، بلکه افزایش هزینه‌ها را نیز به دنبال داشته است.

جمالی (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای به بررسی ساختار هزینه پالایشگاه نفت شیراز و لاوان پرداخته است. بدین‌منظور تابع هزینه بنگاه با فرم تابعی بلندمدت ترانسلاگ چندمحصولی برای دوره ۱۳۷۹-۱۳۵۳ استفاده شده است که از بسط دوم لگاریتمی سری تیلور به دست آمده است. کاهش-های قیمتی همه عوامل تولید به جز عامل سرمایه پایین است. بازدهی نسبت به مقیاس محاسبه شده، و برابر با ۱/۲۷ و نشان دهنده، صرفه‌های ناشی از تنوع محصولات در شرکت پالایش نفت شیراز و مجتمع پالایشی لاوان است.

کریمی (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای به بررسی ساختار هزینه فرآیند عرضه آب در شرکت آب و فاضلاب شیراز پرداخته است. بدین‌منظور تابع هزینه بنگاه با فرم تابعی ترانسلاگ، با به‌کارگیری بسط ناقص سری دوم تیلور، به همراه معادلات سهم هزینه به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری برآورد گردیده است. نتایج تحقیق نشان داد که کلیه ضرایب در سطح بیش از ۹۵ درصد معنی‌دار بوده و اکثر ضرایب از علایم مورد انتظار برخوردارند. محاسبه کاهش جانشینی آلن-اوزاوا نشان داد که کاهش‌های جانشینی میان هر کدام از عوامل تولید با سرمایه در سطح میانگین، دارای علامت مثبت بوده و حاکی از وجود رابطه جانشینی بین این عوامل است. وجود بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس در شرکت آب و فاضلاب شیراز مورد تأیید قرار گرفته است که تخصیص بهینه هزینه را با مشکل مواجه کرده است. بازدهی نسبت به مقیاس در طول دوره مورد مطالعه کاهنده است.

قربانی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی ساختار هزینه شرکت گاز استان فارس با استفاده از تابع هزینه ترکیبی پرداخته است. برای برآورد پارامترهای تابع هزینه از داده‌های سری زمانی فصلی طی دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ استفاده شده است، تابع هزینه ترکیبی پولی و برونستین (۱۹۹۲) به‌طور همزمان با معادلات سهم هزینه، برای دو خروجی و سه عامل تولید (نیروی کار،

سرمایه و سایر خدمات)، با استفاده از روش رگرسیون به ظاهر نامرتبب تکراری غیرخطی برآورد می- شود. نتایج حاصل از تحقیق حاکی از وجود بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است.

مهدی خداپرست مشهدی (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای به بررسی ساختار هزینه بنگاه دو محصولی با استفاده از تابع هزینه ترانسلاگ پرداخته است. برای برآورد تابع هزینه از داده‌های تابلویی طی دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۰ و روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبب تکراری استفاده کرده است. نتایج حاکی از جایگزینی نیروی کار و سرمایه در فرآیند عرضه آب می‌باشد. و کشش تقاضا برای نهاده نیروی کار بزرگتر از کشش تقاضا برای سرمایه است.

۳- مبانی نظری

چون درصد تخمین ساختار هزینه سیمان می‌باشیم از این رو لازم است مبانی نظری هزینه را مرور کنیم. هزینه‌های تولیدی بنگاه، هزینه‌های پرداختی برای خرید عوامل و نهاده‌های مورد نیاز در تولید محصول است. شیوه ترکیب نهاده‌ها برای تولید سطح معین محصول به تکنولوژی مورد استفاده وابسته است. به دلیل امکان‌پذیری تولید سطح معینی از محصول با ترکیبات مختلف نهاده-ها، برنامه‌ریزی دقیق انتخاب تکنولوژی مناسب برای بنگاه اهمیت دارد. برای انتخاب ترکیبی از نهاده‌ها با حداقل هزینه علاوه بر در نظر گرفتن امکان‌پذیری تکنیکی و فنی تولید، به مسائل دیگر از جمله توانایی خرید نهاده‌ها نیز باید توجه شود. این نکته به نوبه خود به شرایط حاکم بر بازار عوامل تولید وابسته است.

تابع تولید Q به عنوان حداکثر تولید ممکن در زمان مشخص با استفاده از n نهاده به صورت رابطه (۱) در نظر گرفته شده است. بازار نهاده‌ها به صورت کاملاً رقابتی فرض شده است.

$$Q = F(X)$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0 \quad (1)$$

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_n) > 0$$

در رابطه‌ی فوق، x بردار مقادیر نهاده‌های تولید و P بردار قیمت همان نهاده‌ها است. بنگاه برای حداکثرسازی سود سعی در حداقل کردن هزینه خرید نهاده‌های تولید دارد. مسأله حداقل کردن هزینه توسط بنگاه تولیدی مطابق مسأله بهینه سازی مقید به صورت رابطه‌ی (۲) است.

$\min PX$

$$s. t. F(X) = Q \quad (2)$$

پس از حل دستگاه فوق براساس روش لاگرانژ، با به دست آوردن مقادیر بهینه عوامل تولید به صورت تابعی از بردار قیمت عوامل و سطح محصول، می توان با قرار دادن آنها در رابطه (۱) به تابع هزینه دست یافت. این تابع هزینه به قیمت عوامل و سطح محصول وابسته است.

$$C^* = C(P, Q) \quad (3)$$

تابع هزینه ترانسلاگ^۱ (ST) اولین بار توسط کریستین^۲ و همکارانش در سال (۱۹۷۱) مطرح شد. در بیشتر الگوهای ساختار هزینه تکنولوژی‌های چند محصولی، به طور سنتی از فرم ترانسلاگ استفاده می‌شود؛ اما فرم لگاریتمی این مدل با یک ضعف مواجه بوده و آن ناتوانی رفتار مدل هزینه در زمانی است که تمامی خروجی‌ها صفر می‌باشند، زیرا لگاریتم صفر تعریف نشده است. پس ساختار هزینه ترانسلاگ برای سطوح ویژه تولید که همان سطوح خروجی صفر هستند، نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، بنابراین از این فرم تابعی استفاده نمی‌کنیم.

تابع هزینه ترکیبی (PB_c)^۳ اولین بار توسط پولی و برونستین^۴ (۱۹۹۲)، معرفی شد. تابع هزینه هزینه ترکیبی از ترکیب ساختار درجه دو برای خروجی‌های متعدد و یک ساختار درجه دو لگاریتمی^۵ برای قیمت نهاده‌ها تشکیل شده است. این ساختار برای بررسی خواص تکنولوژی‌های چند محصولی مطلوب است. یکی از مزیت‌های این تابع نسبت به تابع ترانسلاگ استاندارد (معمولی)، و تابع ترانسلاگ تعمیم‌یافته آن است که تابع هزینه ترکیبی برای سطوح ویژه تولید که همان سطوح خروجی صفر هستند، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این تابع به دلیل عدم تفکیک پذیری میان خروجی‌ها و ورودی‌ها ساختار درجه دوم جدایی‌پذیر مطرح شده توسط رولر

^۱ Translog cost function

^۲ Christensen

^۳ Composite cost function

^۴ Pulley and Braunstein

^۵ Log-quadratic

(۱۹۹۰) و تابع هزینه با ساختار درجه دوم برای خروجی را بهبود می‌بخشد (پولی و برونستین، ۱۹۸۲).

این تابع به صورت زیر است.

$$\begin{aligned} \text{Ln}C = & \text{Ln}\left(\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2} \sum \sum \alpha_{ij} q_i q_j + \sum \sum \delta_{ik} q_i \text{Ln}r_k\right) + \beta_0 + \sum \sum \mu_{ik} q_i \text{Ln}r_k + \\ & \sum \beta_k \text{Ln}r_k + \frac{1}{2} \sum \sum \beta_{kl} \text{Ln}r_k \text{Ln}r_l + \varepsilon \end{aligned} \quad (۴)$$

پولی و برونستین (۱۹۹۲) در مدل کاربردی برای اجتناب از مشکلات تخمین، مدلی بدون β_0 و μ_{ik} در نظر گرفته‌اند. این روش همچنین توسط پولی و همفری^۱ (۱۹۹۳) و آدامس^۲ و دیگران (۲۰۰۴) استفاده شده است. در این حالت شکل نهایی مدل به صورت رابطه‌ی (۵) است.

$$\begin{aligned} \text{Ln}C = & \text{Ln}\left(\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2} \sum \sum \alpha_{ij} q_i q_j + \sum \sum \delta_{ik} q_i \text{Ln}r_k\right) + \sum \beta_k \text{Ln}r_k + \\ & \frac{1}{2} \sum \sum \beta_{kl} \text{Ln}r_k \text{Ln}r_l + \varepsilon \end{aligned} \quad (۵)$$

در رابطه‌ی فوق C کل هزینه تولید q_i بیان‌گر خروجی‌ها با $i = 1 \dots m$ و r_k بیان‌گر قیمت ورودی‌ها با $k = 1 \dots n$ است.

آدامس (۲۰۰۴) برای محاسبه تغییرات تکنولوژی، از روند زمانی (T) در مدل استفاده کرده- است. نتیجه این تغییرات به صورت معادله (۶) است:

$$\begin{aligned} \text{Ln}C = & \text{Ln}\left(\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2} \sum \sum \alpha_{ij} q_i q_j + \sum \sum \delta_{ik} q_i \text{Ln}r_k + \varphi_1 T + \varphi_2 T^2\right) + \\ & \sum \beta_k \text{Ln}r_k + \frac{1}{2} \sum \sum \beta_{kl} \text{Ln}r_k \text{Ln}r_l + \varepsilon \end{aligned} \quad (۶)$$

در رابطه‌ی فوق ε جمله خطا و T متغیر روند زمانی می‌باشد.

با توجه به خواص یک تابع هزینه خوش رفتار، محدودیت‌های زیر در رابطه (۴) اعمال می‌شود (متاری و برنی^۳، ۲۰۰۲).

^۱ Pulley and Humphrey

^۲ Adams

^۳ Mutairi and Burney

الف- فرض همگنی

$$\sum_k \beta_k = 1, \sum \beta_{kl} = \sum \beta_{lk} = \sum \delta_{ik} = 0 \quad (8)$$

ب- فرض تقارن

$$\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad i \neq j \quad i, j = 1, 2 \dots n \quad (9)$$

پس از اعمال فرض تقارن و همگنی بر تابع مورد نظر با استفاده از لم شفارد، تابع سهم هزینه هر یک از عوامل تولید به صورت رابطه‌ی (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$S_l = \frac{\partial \text{Lnc}(p, q)}{\partial \text{Lnr}_l} = \frac{\partial c}{\partial p_l} \frac{p_l}{c} = x_l \frac{p_l}{c} \quad (10)$$

از طرف دیگر به دلیل برابر واحد بودن مجموع سهم هزینه‌ها ($\sum_{i=1}^3 S_i = 1$)، به منظور جلوگیری از صفر شدن دترمینان ماتریس واریانس-کوواریانس اجزاء اخلاص، باید یکی از معادلات سهم حذف شود. در کارهای تجربی حذف هر یک از معادلات براساس ایجاد بهترین برآورد ممکن است. در این تحقیق، سهم سرمایه از هزینه کل انتخاب و حذف شده است. از این رو با اعمال این شرط و فرض‌های تقارن و همگنی بر تابع هزینه و معادلات سهم تقاضا، شکل قابل برآورد تابع هزینه در این تحقیق به صورت زیر است.

$$\begin{aligned} \text{Ln} \left(\frac{c}{r_k} \right) = & \text{Ln} \left(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2} \alpha_{qq} q^2 + \delta_{qi} q \text{Ln} \left(\frac{r_i}{r_k} \right) + \delta_{qs} q \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right) + \varphi_t T + \right. \\ & \left. \varphi_{tt} T^2 \right) + \beta_l \text{Ln} \left(\frac{r_l}{r_k} \right) + \beta_s \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right) + \beta_{ls} \text{Ln} \left(\frac{r_l}{r_k} \right) \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right) + \frac{1}{2} \beta_{ss} \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right)^2 + \\ & \frac{1}{2} \beta_{ll} \text{Ln} \left(\frac{r_l}{r_k} \right)^2 \end{aligned} \quad (11)$$

در رابطه فوق C کل هزینه تولید، q محصول تولیدی بنگاه یا صنعت، r_l قیمت نهاده نیروی-کار، r_k قیمت نهاده سرمایه، r_s قیمت نهاده سایر خدمات و T متغییر روند زمانی است.

$$\begin{aligned} S_l = & \left(\delta_{qi} q \right) \left(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2} \alpha_{qq} q^2 + \delta_{qi} q \text{Ln} \left(\frac{r_i}{r_k} \right) + \delta_{qs} q \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right) + \varphi_t T + \right. \\ & \left. \varphi_{tt} T^2 \right)^{-1} + \beta_l + \beta_{ll} \text{Ln} \left(\frac{r_l}{r_k} \right) + \beta_{ls} \text{Ln} \left(\frac{r_s}{r_k} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

در رابطه (۱۲)، S_l سهم نهاده نیروی کار است.

$$S_s = (\delta_{qs} q) \left(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2} \alpha_{qq} q^2 + \delta_{ql} q \ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) + \delta_{qs} q \ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) + \varphi_t T + \varphi_{tt} T^2 \right)^{-1} + \beta_s + \beta_{ss} \ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) + \beta_{ls} \ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) \quad (13)$$

در رابطه (۱۳)، S_s سهم نهاد سایر خدمات است.

سیستم فوق را با روش رگرسیون به ظاهر نامرتب تکراری غیرخطی (NLSUR) و با استفاده از نرم افزار Limdep8 برآورد می کنیم. پس از تخمین تابع هزینه شاخص هایی چون کشش جانشینی آرن- اوزاو، کشش قیمتی، صرفه های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس و تغییر تکنولوژی عوامل تولید قابل استخراج است.

یک راه مناسب برای تعیین قابلیت جانشینی عوامل مختلف تولید، استفاده از کشش جانشینی آرن (AES) است.

با استفاده از لم شفارد، کشش جانشینی آرن به صورت روابط (۱۴) و (۱۵) است.

$$AES_{kl} = \frac{\beta_{kl} + S_k S_l}{S_k S_l} \quad k \neq l \quad (14)$$

$$AES_{kk} = \frac{\beta_{kk} + S_k^2 - S_k}{S_k^2} \quad k = l \quad (15)$$

در رابطه ی فوق، S_l و S_k سهم عوامل k ام و l ام و β_{kl} ضریب متقاطع قیمت نهاده ها، در تابع هزینه ترکیبی است.

کشش های مستقیم و متقاطع تقاضا به صورت روابط (۱۶) و (۱۷) است.

$$\eta_{kl} = \frac{\beta_{kl} + S_k S_l}{S_k} \quad k \neq l \quad (16)$$

$$\eta_{kk} = \frac{\beta_{kk} + S_k^2 - S_k}{S_k} \quad k = l \quad (17)$$

در رابطه (۱۶) و (۱۷) η_{kl} کشش متقاطع قیمتی میان عوامل تولید، η_{kk} کشش قیمتی، S_k و

S_l سهم عوامل k ام و l ام و β_{kl} ضریب متقاطع قیمت نهاده ها، در تابع هزینه ترکیبی است.

یکی از روش ها، محاسبه کشش هزینه نسبت به محصول به صورت رابطه ی (۱۸) است.

$$ECS = \varepsilon_{cqi} = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln q_i} \quad (18)$$

بزرگتر (کوچکتر) از واحد بودن کشش هزینه نسبت به محصول نشان گر وجود زیان های (فایده-

های) ناشی از مقیاس است.

به پیروی از بامول^۱ و دیگران (۱۹۸۲) شاخص بازدهی نسبت به مقیاس برابر معکوس کشش هزینه نسبت به محصول است.

$$RTS = \left[\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Q} \right]^{-1} = \frac{1}{\varepsilon_{cQ}} \quad (19)$$

در رابطه‌ی فوق RTS بازدهی نسبت به مقیاس است.

به منظور تعیین تأثیر تغییرات تکنیکی در تابع هزینه، متغیر روند زمانی T در مدل وارد می‌شود. که طبق رابطه زیر نرخ رشد آن محاسبه می‌شود.

$$\varepsilon_{c_t} = (\varphi_t T + 2\varphi_{tt} T) \left(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2} \alpha_{qq} q^2 + \delta_{q_l} q \ln r_l + \delta_{q_s} q \ln r_s + \delta_{q_k} q \ln r_k + \varphi_t T + \varphi_{tt} T^2 \right)^{-1} \quad (20)$$

در رابطه‌ی (۲۰) ε_{c_t} تغییرات تکنیکی، T متغیر روند زمانی، q تولید، r_l, r_k, r_s قیمت عوامل تولید است.

در صورت برقراری شرط $0 < -\frac{\partial \ln(c)}{\partial (Trend)} < 0$ یا $\varepsilon_{c_t} < 0$ باشد نشان‌دهنده این مطلب است که در طی دوره زمانی لحاظ شده پیشرفت تکنولوژی وجود داشته است.

۴- تشریح داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد نیاز در این تحقیق از گزارش‌های قیمت تمام شده، صورت‌های مالی، گزارش‌های ارائه شده به بخش‌های حسابداری و امور مالی و سایر واحدهای شرکت سیمان فارس به صورت فصلی استخراج شده است. کل هزینه تولید کارخانه سیمان فارس شامل هزینه حقوق و دستمزد، هزینه سرمایه و هزینه سایر خدمات است. هزینه سرمایه، شامل هزینه استهلاک و هزینه تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات است. هزینه نیروی کار شامل کلیه پرداختی به نیروی کار اعم از حقوق ثابت، اضافه کاری، نوبت کاری، پاداش، فوق العاده‌ها، مزایای پایان خدمت و سایر مزایا بوده که مطابق با قوانین کار و سازمان تأمین اجتماعی به آنها پرداخت شده است. هزینه سایر خدمات شامل هزینه حمل و اجاره ماشین‌آلات، اجاره محل، بنزین، گازوئیل و روغن وسایل حمل و نقل و هزینه‌های سایر بخش‌ها برای تولید سیمان بوده است.

^۱ Baumol

با استفاده از شاخص بهای تولید کننده‌ی منتشره به وسیله‌ی بانک مرکزی به قیمت ثابت سال ۱۳۸۶ کلیه‌ی هزینه‌ها واقعی شده است. طی دوره مورد بررسی سیمان تنها محصول تولیدی شرکت سیمان فارس بوده است. در تابع هزینه کلیه اقلام تولیدی بر حسب تن آورده شده است. به دلیل نبود اطلاعات لازم برای محاسبه قیمت سرمایه، برای به دست آوردن قیمت سرمایه از شاخص هزینه استفاده از سرمایه^۱ مطابق رابطه‌ی زیر استفاده شده است (مک گیهان^۲، ۱۹۹۳).

$$P_k = \text{نرخ تورم} - \text{نرخ استهلاک} + \text{نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی} \quad (21)$$

در رابطه‌ی فوق، نرخ تورم و نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی از سایت بانک مرکزی استخراج شده است. همچنین نرخ استهلاک با توجه به صورت‌های مالی شرکت سیمان فارس به دست آمده است.

منظور از قیمت نیروی کار، متوسط دستمزد و حقوق و مزایای پرداختی به هرکدام از افراد شاغل در هر دوره بوده است. برای محاسبه‌ی متوسط دستمزد هزینه دستمزد و حقوق تعدیل شده بر تعداد کارکنان بخش تولیدی مطابق رابطه‌ی (۲۰) تقسیم شده است.

$$P_l = \frac{\text{دستمزد ریالی نیروی کار}}{\text{تعداد نیروی شاغل}} \quad (22)$$

قیمت سایر خدمات از تقسیم هزینه سایر خدمات تعدیل شده بر حجم سیمان تولیدی بر حسب تن استخراج شده است.

۵- نتایج تخمین تابع هزینه

الگوی هزینه‌ی کل به همراه معادلات سهم هزینه، به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب تکراری غیرخطی و به کارگیری بسته نرم‌افزاری LIMDEP^۸ استخراج شده است. قبل از برآورد مدل برای بررسی آزمون ریشه واحد متغیرها از آزمون دیکی فولر- تعمیم یافته (ADF) استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

متغیرها	مقادیر بحرانی			آماره‌ی ADF	نتیجه آزمون
	%۹۰	%۹۵	%۹۹		
$Ln\left(\frac{C}{r_k}\right)$	-۲/۶۱۹۸۵۱	-۱/۹۴۸۶۸۶	-۱/۶۱۲۰۳۶	-۴/۰۴۵۴۳۳	ایستا

^۱ User cost of capital

^۲ Mc Geehan

$Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right)$	-۲/۶۱۹۸۵۱	-۱/۹۴۸۶۸۶	-۱/۶۱۲۰۳۶	-۴/۲۴۱۰۷۲	ایستا
$Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right)$	-۲/۶۱۹۸۵۱	-۱/۹۴۸۶۸۶	-۱/۶۱۲۰۳۶	-۲/۷۸۶۱۶۳	ایستا
q	-۲/۶۲۲۷۳۸	-۱/۹۴۹۸۵۶	-۱/۶۱۱۴۶۹	-۰/۱۷۲۰۷۷	ناایستا
S_l	-۲/۶۳۴۷۳۱	-۱/۹۵۱۰۰۰	-۱/۶۱۰۹۰۷	-۰/۳۸۱۵۷۵	ناایستا
S_k	-۲/۶۳۲۶۸۸	-۱/۹۵۰۶۸۷	-۱/۶۱۱۰۵۹	-۰/۲۳۵۶۳۹	ناایستا
S_s	-۲/۶۳۲۶۸۸	-۱/۹۵۰۶۸۷	-۱/۶۱۱۰۵۹	-۰/۱۳۷۲۲۱۸	ناایستا

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج متغیرهای $Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right)$ ، $Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right)$ و $Ln\left(\frac{C}{r_k}\right)$ در سطح ایستا و متغیرهای q ، S_l ، S_k و S_s در سطح ناایستا بوده است.

مطابق جدول (۲) متغیرهای ناایستا با یک تفاضل ایستا شده است.

جدول (۲): نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

متغیرها	مقادیر بحرانی			آماره‌ی ADF	فرض ایستایی
	%۹۰	%۹۵	%۹۹		
$D(q)$	-۲/۶۲۷۲۳۸	-۱/۹۴۹۸۵۶	-۱/۶۱۱۴۶۹	-۲/۹۴۴۷۶۸	ایستا
$D(S_l)$	-۲/۶۳۴۷۳۱	-۱/۹۵۱۰۰۰	-۱/۶۱۰۹۰۷	-۲/۲۰۸۱۹۳	ایستا
$D(S_k)$	-۲/۶۳۲۶۸۸	-۱/۹۵۰۶۸۷	-۱/۶۱۱۰۵۹	-۴/۹۵۵۶۰۸	ایستا
$D(S_s)$	-۴/۲۴۳۶۴۴	-۳/۵۴۴۲۸۴	-۳/۲۰۴۶۹۹	-۵/۶۵۹۹۴۱	ایستا

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به یکسان نبودن درجه ایستایی متغیرها، پس از برآورد الگو، جملات باقی‌مانده هر یک از معادلات برآورد شده ارزیابی شده است. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد جملات خطا در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۳): آزمون ریشه واحد جملات پسماند

جملات پسماند معادلات	مقادیر بحرانی			آماره‌ی ADF	فرض ایستایی
	%۹۰	%۹۵	%۹۹		
$Ln\left(\frac{C}{r_k}\right)$	-۲/۶۲۱۱۸۵	-۱/۹۴۸۸۸۶	-۱/۶۱۱۹۳۲	-۴/۲۷۴۴۸۲	ایستا

S_l	-۲/۶۱۹۸۵۱	-۱/۹۴۸۶۸۶	-۱/۶۱۲۰۳۶	-۶/۶۷۵۲۴۵	ایستا
S_s	-۲/۶۲۲۵۸۵	-۱/۹۴۹۰۹	۱/۶۱۱۸۲۴	-۳/۹۶۸۷۶۲	ایستا

منبع یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۳) جملات باقی‌مانده در سطح ایستا بوده است بنابراین می‌توان بدون نگرانی از بروز رگرسیون کاذب مدل را برآورد کرد.

هم‌چنین برای بررسی همبستگی همزمان بین معادلات از آماره ضریب لاگرانژ استفاده شده است. مقدار بحرانی محاسبه شده برابر با $۱۰/۳۳$ است. این مقدار با آماره بحرانی در سطح اطمینان ۹۵% با دو درجه آزادی که برابر با $۷/۸۱$ است مقایسه می‌شود. با توجه به این که مقدار آماره محاسبه شده از مقدار بحرانی بزرگتر است فرضیه H_0 مبنی بر عدم وجود همبستگی همزمان میان اجزای اخلاص معادلات رد شده است. در نتیجه می‌توان مدل را به روش NLSUR تخمین زد.

لازم به ذکر است که ضرایب برآورده شده به خودی خود معنا ندارند و تنها در قالب فرمول‌های کشش جانشینی آلن، کشش‌های قیمتی و سایر شاخص‌های اقتصادی قابل تفسیر است. از این رو بعد از برآورد الگو و انجام آزمون‌های لازم، این شاخص‌ها برآورد شده است. برآورد تابع هزینه در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): مقادیر برآورد شده پارامترهای تابع هزینه

پارامتر	مقدار برآورد شده پارامترها	آماره t	خطای استاندارد	Prob
α_0	۰/۴۰۴۵	۴/۶۳۶	۰/۰۸۷۲	۰/۰۰۰
α_q	۱/۴۳۱۴	۴/۹۴۶	۰/۲۸۹۴	۰/۰۰۰
α_{qq}	-۱/۱۶۱۱	-۳/۰۸۵	۰/۳۷۹۷	۰/۰۰۲۲
δ_{ql}	-۰/۱۰۱۵	-۱/۵۸۴	۰/۰۶۴۰	۰/۱۰۳۱*
δ_{qs}	۰/۱۵۷۳	۶/۶۱۶	۰/۰۲۳۷	۰/۰۰۰
δ_{qk}^*	-۰/۰۵۵۷	-	-	-
φ_t	-۰/۰۱۱۲	-۶/۱۷۲	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰
φ_{tt}	۰/۳۰۰۲	۱/۹۶۲	۰/۱۵۳۰	۰/۰۴۹۸
β_l	۰/۶۱۱۸	۱۱/۹۹۸	۰/۰۵۰۹	۰/۰۰۰
β_s	۰/۱۰۲۴	۳/۷۹۴	۰/۰۲۶۹	۰/۰۰۰۱
β_k^*	۰/۲۸۵۷	-	-	-
β_{ls}	-۰/۰۸۳۵	-۵/۴۷۶	۰/۰۱۵۲	۰/۰۰۰
β_{ll}	۰/۰۹۱۷	۳/۷۰۹	۰/۲۴۷۲	۰/۰۰۰۲
β_{lk}^*	-۰/۰۰۸۱	-	-	-
β_{ss}	۰/۲۰۲۶	۱۳/۳۴۲	۰/۰۱۵۱	۰/۰۰۰
β_{sk}^*	-۰/۱۱۹۱	-	-	-
β_{kk}^*	۰/۱۲۷۳	-	-	-

Number of observation=۴۴
 Log likelihood= ۶۵/۹۹۹۹
 McElroy R- squared for the system=۰/۹۷۵
 Cost function $R^2=۰/۶۸۷۴$
 Other services $R^2=۰/۴۷۳۰$
 Labour share $R^2=۰/۴۱۱۳$

* پارامترهای برآوردی به صورت غیر مستقیم و با استفاده از قیود همگنی
 * در سطح ده درصد معنادار است.

در برآورد سیستم رگرسیون به ظاهر نامرتبب تکراری غیرخطی R^2 مکلوری^۱ یکی از معیارهای مناسب بودن سیستم رگرسیون است. در این برآورد R^2 برابر ۰/۹۷۵ که نشانگر قدرت بالای توضیح‌دهندگی مدل است.

۶- محاسبه کشش‌ها

به دلیل پیچیده بودن تفسیر تک تک ضرایب مدل‌های ترکیبی به علت کثرت ضرایب، از ضرایب مذکور عموماً برای محاسبه کشش‌ها استفاده می‌شود. ابتدا کشش‌های جزئی خودی و متقاطع آلن-ازاوا محاسبه شده است. با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل اصلی و روابط (۱۴) و (۱۵)، کشش‌های جانشینی آلن برای نهاده‌های تولید در جدول (۵) ارائه شده است. مطابق نتایج این جدول، همه‌ی کشش‌های جزئی آلن، علامت مورد انتظار (منفی) را دارا بوده است. به عبارت دیگر، رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضا برقرار بوده است. همچنین نیروی کار نهاده‌ای جانشین برای سرمایه و سایر خدمات بوده است. و سرمایه نهاده‌ای مکمل برای سایر خدمات است. مطابق رابطه‌ی جانشینی میان سرمایه و نیروی کار افزایش قیمت سرمایه باعث افزایش به-کارگیری نیروی کار در فرایند تولید سیمان شده است. همچنین با مکمل بودن سرمایه و سایر خدمات افزایش به‌کارگیری سایر خدمات در مراحل مختلف مستلزم افزایش به‌کارگیری سرمایه بوده است.

جدول (۵): نتایج حاصل از محاسبه کشش‌های جزئی آلن بین عوامل تولید

متغیر	نیروی کار	سرمایه	سایر خدمات
نیروی کار	-۰/۶۶۵۶	۰/۹۳۰۹	۰/۳۶۵۷
سرمایه	-	-۰/۹۵۸۸	-۰/۸۱۹۲
سایر خدمات	-	-	-۰/۰۷۵۰

منبع: یافته‌های تحقیق

کشش‌های قیمتی تقاضا نیز که درصد تغییرات مقدار تقاضا را به درصد تغییرات قیمت خود نهاده (کشش قیمتی خودی) یا قیمت سایر نهاده‌ها (کشش قیمتی متقاطع). برای تابع هزینه ترکیبی مطابق روابط (۱۶) و (۱۷) استخراج شده است. نتایج حاصل از این کشش‌ها در جدول (۶) ارائه شده است.

^۱ McElroy

جدول (۶) : مقادیر محاسباتی کشش‌های قیمتی و متقاطع عوامل تولید در سطح میانگین داده‌ها

متغیر	نیروی کار	سرمایه	سایر خدمات
نیروی کار	-۰/۳۲۴۴	۰/۴۸۰۴	۰/۴۴۱۶
سرمایه	۰/۴۵۳۷	-۰/۲۳۲۳	-۰/۲۲۱۳
سایر خدمات	۰/۱۷۸۲	-۰/۱۹۸۵	-۰/۷۸۳۴

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول (۶) کشش‌های قیمتی تقاضا برای تمامی نهاده‌ها دارای علامت منفی و تایید کننده قانون تقاضا است. هم‌چنین قدر مطلق تمامی آنها کوچکتر از یک است که نشان‌گر کشش-ناپذیری عوامل تولید در برابر تغییرات قیمت خود آن عوامل است.

پایین بودن کشش قیمتی در مورد نهاده نیروی کار نشان می‌دهد که کارفرما در صورت افزایش دستمزد نیروی کار نمی‌تواند عکس‌العمل مناسبی نشان دهد و تعداد نیروی کار را متناسب با نرخ افزایش دستمزد کاهش دهد. یکی از دلایل پایین بودن این کشش قانون‌های حمایت کننده کارگری بوده است. از طرفی مطابق کشش متقاطع بین نیروی کار و سرمایه ۰/۴۸۰۴ و کشش متقاطع بین سرمایه و نیروی کار ۰/۴۵۳۷ تأثیر افزایش قیمت سرمایه بر تقاضای نیروی کار بیشتر از تأثیر افزایش قیمت نیروی کار بر تقاضای سرمایه بوده است. هم‌چنین علامت تمامی کشش‌ها برای هر عامل تولید با علامت‌های کشش‌های جزیی آلن-اوزاوا هماهنگ بوده است.

شاخص کشش هزینه کل و متوسط نسبت به تولید به ترتیب برابر با درصد تغییرات هزینه کل تولید به ازاء یک درصد تغییر در محصول و درصد تغییرات هزینه متوسط تولید به ازاء یک درصد تغییر در محصول است. بررسی کشش هزینه کل و متوسط، نسبت به تولید، بازدهی نسبت به مقیاس و تغییرات تکنیکی نیز قابل استخراج است. نتایج این شاخص‌ها بر حسب میانگین در جدول (۷) ارائه شده است. با توجه به این که مقدار کشش هزینه کل کمتر از یک است، در نتیجه تابع هزینه کل بی‌کشش بوده و این بدان معنا است که هزینه در این بنگاه با درصدی کمتر از تولید افزایش می‌یابد. بنابراین بنگاه در قسمت نزولی هزینه متوسط قرار دارد و کشش هزینه متوسط نسبت به تولید منفی است. به عبارت دیگر بنگاه صرفه‌های ناشی از مقیاس داشته و در قسمت نزولی منحنی هزینه متوسط بلندمدت قرار داشته است. این نتیجه با توجه به نتایج حاصل از محاسبات کشش هزینه متوسط در این بنگاه قابل تأیید است.

بازدهی نسبت به مقیاس تابع هزینه ترکیبی، چگونگی واکنش هزینه کل را نسبت به تغییر در سطح تولید، در نتیجه تغییر نسبی یکسان در تمام نهاده‌ها نشان می‌دهد. این شاخص برابر عکس کشش هزینه کل نسبت به تولید است. نتیجه محاسبه در جدول (۷) ارائه شده است. مطابق مقدار محاسبه شده این شاخص (۴/۳) وجود بازدهی صعودی نسبت به مقیاس در این کارخانه تایید شده است. افزایش نسبی مشخصی در تولید محتاج به افزایش نسبی کوچک‌تری در نهاده‌ها خواهد بود. در نتیجه بنگاه در قسمت نزولی منحنی هزینه متوسط بلندمدت قرار داشته و هزینه نهایی آن کمتر از هزینه متوسط بوده است. نتایج به‌دست آمده بر نتایج بخش قبل منطبق بوده است.

جدول (۷): مقادیر محاسبه شده شاخص بازدهی نسبت به مقیاس، کشش هزینه کل و متوسط نسبت به تولید

بازدهی نسبت به مقیاس	کشش هزینه متوسط نسبت به تولید	کشش هزینه کل نسبت به تولید	شاخص
۴/۳۲۷۷	-۰/۷۶۸۹	۰/۲۳۱۰	مقدار

منبع: یافته‌های تحقیق

شاخص تغییرات تکنیکی نشان‌دهنده تأثیر تغییرات تکنیکی بر تابع هزینه است. مطابق نتایج استخراج این شاخص در سطح میانگین داده‌ها، مقدار این شاخص برابر ۰/۱۸۱۹- بوده است. براساس این شاخص در طی زمان مورد بررسی، پیشرفت تکنولوژی وجود داشته است و این امر منجر به کاهش رشد هزینه‌های تولیدی شده است. به عبارتی تغییرات تکنیکی در این بنگاه باعث شده است که بتوان سطح معینی از محصول را با عوامل کمتر یا مقدار بیشتری از محصول را با همان میزان قبلی امکانات و عوامل تولیدی به‌دست آورد. این شاخص نشانگر کارایی تکنولوژی مورد استفاده در بنگاه مذکور بوده است.

۷- نتایج و پیشنهادهای

بررسی شاخص صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی نسبت به مقیاس نشان می‌دهد که بنگاه مورد مطالعه با صرفه‌های ناشی از مقیاس مواجه است، به عبارتی در ناحیه نزولی منحنی هزینه متوسط عمل می‌کند، در نتیجه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است، از طرفی بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس در این بنگاه را می‌توان ناشی از ترکیب بهینه عوامل، مقیاس تولید مناسب و غیره دانست. به عبارت دیگر با توجه به نتایج به‌دست آمد کارخانه سیمان فارس دارای صرفه‌های

ناشی از مقیاس و بازدهی صعودی نسبت به مقیاس است که این امر نشان دهنده‌ی وجود ساختار انحصار طبیعی در این کارخانه است.

یکی از انواع رشد اقتصادی که در اقتصاد مطرح است، رشد اقتصادی ناشی از پیشرفت فنی است. به‌طور کلی پیشرفت فنی، به‌صورت تغییر در تکنیک تولید تعریف می‌شود. به‌عبارت دیگر، تغییری که تولید مقدار یکسانی از محصول را با مقادیر کمتری از منابع تولید و یا مقدار بیشتری از محصول را با مقادیر کمتری از منابع تولید و یا مقدار بیشتری محصول با همان میزان قبلی منابع ممکن سازد. براساس نتایج به‌دست آمده شاخص پیشرفت تکنولوژی در کارخانه سیمان فارس نشان می‌دهد که در طی زمان مورد بررسی پیشرفته تکنولوژی وجود داشته است. و این منجر به کاهش رشد هزینه‌های تولیدی این بنگاه می‌شود.

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

علامت منفی نرخ تغییر تکنولوژی حاکی از آن است که با گذشت زمان، نرخ تغییر هزینه‌ی واحد تولیدی کاهش یافته است. از آنجایی که تکنولوژی تولید در طول زمان موجب کاهش نرخ تغییر هزینه‌ی تولید در کارخانه سیمان فارس گردیده است، بدین ترتیب می‌توان استنباط نمود که استفاده از تکنولوژی‌های نوین و پیشرفته عملاً موجب بهبود تغییرات هزینه در دوره‌ی زمانی مورد مطالعه گردیده است. از این‌رو انتظار می‌رود که با ترویج نمادهای تکنولوژیکی بتوان به اقتصادی‌تر شدن فرآیند تولید در کارخانه سیمان فارس کمک نمود. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با آموزش هر چه بیشتر نیروی انسانی شرایط را برای استفاده بهینه‌تر از تکنولوژی فراهم کنند.

با توجه به کوچک بودن کشش‌های جانشینی همچنین بی‌کشش بودن تقاضای عوامل تولید، می‌توان گفت بنگاه مذکور برای تغییر در ترکیب نهاده‌ها از انعطاف کمی برخوردار است. از این‌رو پیشنهاد می‌شود که با توجه به وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس، این شرکت برای کاهش هزینه‌های خود مقیاس خود را بسط دهد. بر همین اساس افزایش متناسب مصرف نهاده‌ها، در راستای اقتصادی‌تر کردن فرآیند تولید در این بنگاه توصیه می‌شود.

مطابق یافته‌های تحقیق، آماره‌ی کشش مقیاس بیان‌گر وجود بازدهی صعودی نسبت به مقیاس در کارخانه سیمان فارس است. به این ترتیب افزایش متناسب به کارگیری همه‌ی عوامل تولید، موجب می‌شود تولید به میزانی بیشتر از تغییر منابع تولید دستخوش تحول گردد. نتیجه‌ی این امر

کاهش هزینه‌ی واحد تولید و صرفه اقتصادی فرآیند تولید خواهد بود. از این‌رو اتخاذ راهکارهایی که امکان افزایش اندازه‌ی واحدهای تولیدی را فراهم سازد توصیه می‌شود.

فهرست منابع

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، گزارش‌های آماری ماهانه و نماگرهای اقتصادی، سال‌های مختلف.
- جمالی، حیدر. (۱۳۸۲). بررسی ساختار هزینه کارخانه‌های نفت شیراز و لاوان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز.
- خداپرست مشهدی، مهدی؛ فطرس، محمد حسن و فتاحی، بهرام. (۱۳۹۴). بررسی ساختار تابع هزینه بنگاه دو محصولی (مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی). فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال چهارم، شماره ۱۴.
- قربانی، ایمان (۱۳۹۱). بررسی ساختار هزینه شرکت گاز استان فارس با استفاده از تابع هزینه ترکیبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز.
- کریمی، لیلا (۱۳۸۸). بررسی ساختار هزینه فرایند عرضه آب در شرکت آب و فاضلاب شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز.
- کلایی، علی. (۱۳۸۰). استفاده از تابع هزینه ترانسلاگ چندمحصولی در تخمین همزمان تابع هزینه و تقاضای نهاده‌ها در کشاورزی، مطالعه موردی: استان فارس، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۳۴، ص ۱۰۱.
- گجراتی، دامودار (۱۳۷۸). مبانی اقتصادسنجی. ترجمه حمید ابریشمی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- مجتهدزاده، ویدا؛ حسن‌زاده، شادی. (۱۳۸۷). رابطه رزش افزوده بازار با معیارهای ارزیابی عملکرد مبتنی بر مدل‌های اقتصادی و حسابداری. فصلنامه بررسی اوراق بهادار، سال اول، شماره ۲.
- مهرآرا، محسن؛ عبدی، علیرضا. (۱۳۸۴). برآورد توابع تقاضا برای نهاده‌های ساختمان: مورد ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال پنجم، شماره ۴.
- نگهبان، بیتا (۱۳۸۱). برآورد تابع هزینه شرکت مخابرات ایران و محاسبه رشد بهره‌وری (مورد خاص: تلفن سیمی در خصوص مکالمات درون شهری و برون شهری). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهرا.
- واریان، هال. (۱۳۷۸). تحلیل اقتصادخرد. ترجمه‌ی رضا حسینی، تهران: نشر نی، چاپ پنجم.

- Abrate, G.; Erbetta, F., Fraquelli, G. and Vannoni, D. (2001). The costs of disposal and recycling: An application to Italian municipal solid waste services. *Applied Economic*, Working Paper., No. 20, June 2011.
- Baumol, W. J.; Panzar, J. C. and Willig, R. D. (۱۹۸۲) . *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Bloch, B.; Madden, G. and Savage, S. (2001). Economies of scale and scope in Australian telecommunications. *Review of Industrial Organization*, Vol. 18, pp. 219–227.
- Bottasso, A.; Conti, M., Piacenza, M. and Vannoni, D. (2010). The appropriateness of the poolability assumption for multiproduct technologies: Evidence from the English water and sewerage utilities. *Production Economics*, Vol. 130, pp. 112–117.
- Christensen, L.R.; Jorgenson, D.W. and Lau, L.J. (۱۹۷۳). Transcendental Logarithmic Production Frontiers. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. ۵۵, No. ۱, p.p. ۲۸-۴۵.
- Mancuso, P. (2011). Regulation and efficiency in transition: The case of telecommunications in Italy. *Production Economics*, Vol. 135, pp. 762–770 .
- Martin, J.; Roman, C. and Dorta, a. (۲۰۱۱). Scale economies and marginal costs in spanish airports. *Transportation research part e*, vol. ۴۷, pp. ۲۳۸-۲۴۸.
- Mc Geehan, H. (۱۹۹۳). Railway costs and Productivity Growth. *Jouranal of Transport Economics and policy*, p.p. ۱۹-۳۵.
- Mutairi, N. Burney, A. (2002). Factor substitution, and economies of scale and utilization in Kuwait crude oil industry. *Energy Economics*, Vol. 24, pp. 337–354.
- Park, S.; Lee, k. and Yoo, S. (۲۰۱۵). Economies of scale in the Korean district heating system: a variable cost function approach. *Energy policy*, vol. ۸۸, pp. ۱۹۷-۲۰۳.
- Piacenza, M. and Vannoni, D. (2004). Choosing among alternative cost function specifications: An application to Italian multi-utilities. *Economies Letters*, Vol. 82, pp. 415–422.
- Pulley, L. and Braunstein, M. (1992). A composite cost function for multiproducte firms with an application to economies of scope in banking. *The Review of Economics and Statics*, Vol. 74, pp. 221–230.
- Roller, L.H. (۱۹۹۰). Proper Quadratic Cost Functions with an Application to the Bell System. *this Review* ۷۲. p.p. ۲۰۲-۲۱۰.
- Uzawa, H. (۱۹۶۲). Production Function with Constant Elasticities of Substitution. *the Review of Economics and Statistics*, Vol. ۷۰, No. ۱, p.p. ۶۷-۷۵.

Zellner, A. (1962). An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Tests for Aggregation Bias. Journal of American Statistical Association, Vol. 57, p.p. 348-368.