نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌های اقتصاد صنعتی
سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۶ (۵۲ ـ ۳۹)

Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 1, No. 2, Winter 2018

بررسی ساختار هزینهٔ کارخانهٔ سیمان فارس با استفاده از تابع هزینهٔ ترکیبی

ابراهیم انواری[۱]، منصور زرانژاد[۲]،هانیه اسکندری[*۳]
۱. استادیار بخش اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز
۲. استاد بخش اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز
۳. دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز
دریافت ۹۴/ ۷/۲ پذیرش ۹۵/۲/۲۰

Cost Structure Analysis of Fars Cement Factory Using Composite Cost Function

EbrahimAnvari[1], Mansour ZarraNezhad[2], Hanieh Eskandary[*3]
1. Assistant Professor, Department of Economics, Shahid Chamran University
2. Professor, Department of Economics, Shahid Chamran University
3. Ph.D. Candidate, Department of Economics, Shahid Chamran University
Received: 24/ September /2015 Accepted: 9/May/2016

چکیده
به‌دلیل سهم بالای ارزش افزودهٔ صنعت سیمان در تولید ملی و نقش آن در پروژه‌های عمرانی، تحلیل نوع روابط نهاده‌ها در تولید آن دارای اهمیت است. در این مقاله با استفاده از تابع هزینهٔ ترکیبی و رهیافت دوگانه هزینه، بازدهی نسبت به‌مقیاس، کشش‌های جانشینی، ضرایب تابع و صرفه‌های ناشی از مقیاس در شرکت سیمان فارس برآورد و تحلیل شده است. برای برآورد تابع هزینه از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری غیرخطی (NLSUR) در دورهٔ ۱۳۸۱:۱-۹۱:۱۲ و داده‌های فصلی استفاده شده است. مطابق نتایج کشش‌های جزئی متقاطع آلن هر جفت از نهاده‌ها، نیروی‌کار جانشین سرمایه و سایر خدمات است و نهادهٔ سرمایه و سایر خدمات مکمل یکدیگر هستند. به‌علاوه، توابع تقاضای تمامی عوامل تولید نسبت به قیمت آنها بی‌کشش هستند. نتایج دیگر تحقیق بیانگر این است که تولید سیمان در شرکت سیمان فارس دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی صعودی نسبت به‌مقیاس بوده است.

واژه‌های کلیدی: کشش‌های جانشینی، تابع هزینهٔ ترکیبی، بازدهی نسبت به‌مقیاس، رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکرار غیرخطی.
طبقه‌بندی JEL: L94، L95، C52.

Abstract
It is important to analyze the relationship between inputs in the cement production due to high share of added value and great contribution of cement industry in national product 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. Using the data for the period 2002 to 2012 and apliying the iterated nonlinear seemingly unrelated regression (NLSUR), the cost function was estimated. According to the results ofAllen cross partial elasticity for each pair of inputs, labor is a substitution for capital and other services, andcapital and other services are complementary. In addition, the demandfunctions for all factors of production with respect to their prices are inelastic. The other results indicate that the production of cement in Fars Cement Company enjoyed economies of scale and increasing return to scale.

Key Words: Elasticities of Substitution, Composite Cost Function, Returns to Scale, Iterated Nonlinear Seemingly Unrelated Regressions.
JEL: L94, L95, C52.

***نویسنده مسئول:** هانیه اسکندری

*Corresponding Author: Hanieh Eskandary
E-mail: hanieh_eskandary@yahoo.com

۱. مقدمه

با شدت یافتن رقابت در صحنهٔ جهانی، اندازه‌گیری کارایی برای نهادهای مختلف، جهت شناسایی عوامل مؤثر بر آن به خصوص برای کشورهای درحال توسعه و از جمله ایران امری کاملاً ضروری است و در راستای فرایند توسعه صنعتی آن‌ها است. در بخش‌های مختلف، صنعت به‌لحاظ به‌کارگیری عوامل تولید ازجمله نیروی کار و سرمایه، چنانچه در سطح پایین بهره‌وری و کارایی فعالیت کنند، باعث اتلاف بیشتر منابع اقتصادی شده و اگر در همین شرایط به فعالیت خود ادامه دهند، منجربه اشتغال ناقص و تحمیل هزینه‌های بالاتری به جامعه می‌شوند. 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 کاراتر عوامل تولید در صنایع با کارایی کمتر ارائه شود.

توسعهٔ صنعتی یکی ازشروط لازم توسعهٔ اقتصادی محسوب می‌شود. در فرایند توسعهٔ صنعتی، گسترش صنعت سیمان به‌دلایلی از جمله: جذب سرمایه، ایجاد فرصت‌های شغلی، مصرف سوخت و برق، سهم آن در ارزش افزوده بخش صنعت و یکی از مهم‌ترین نهادها در بخش ساختمان با توجه به نیازکشور در امر بازسازی و تکمیل طرح‌های زیربنایی در بین صنایع دیگر اهمیت بالایی داشته و بیش از پیش مورد توجه کارشناسان قرار دارد. محصول سیمان یکی از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های صنعتی در دنیا بوده و بالاترین میزان تولید را در بین محصولات صنعتی در جهان دارا است. سیمان، فرآورده‌ای حجیم است که ارزش آن به نسبت فضایی که اشغال می‌کند بسیار پایین است. این امر سبب شده تا عواملی نظیر مسافت و یا هزینهٔ حمل‌ونقل و بهای سوخت در فروش و صادرات سیمان تأثیرگذار باشد. سهم صنعت سیمان در اقتصاد کشور همواره رشد داشته و براساس قیمت‌های مصوب داخلی حدود ۲/۵ درصد و براساس قیمت‌های جهانی حدود ۴ درصد از تولید ناخالص ملی دراختیار صنعت سیمان است (روزنامهٔ دنیای اقتصاد- شماره ۲۹۳۲). کارخانهٔ سیمان فارس از نظر قدمت دومین کارخانه سیمان کشور است که اولین خط تولید آن در سال ۱۳۳۴ مورد بهره برداری قرار گرفته است. درحال حاضر دو خط تولید کارخانه با مجموع ظرفیت تولیدی ۲۵۰۰ تن در روز، انواع سیمان پرتلند، پرتلند پوزولانی و تیپ ۲ را تولید می‌کند که این میزان حدود یک چهارم کل سیمان تولیدی استان است.

با توجه به نکات فوق، شناخت کارایی صنعت سیمان به‌لحاظ اقتصادی همواره موردتوجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور بوده است که این نیز بدون توجه به ساختار هزینه و فناوری جهت کاهش هزینه‌ها و به‌تبع 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 محاسبهٔ کشش‌ها به ترتیب در بخش پنجم و ششم بررسی شده است. در آخر نیز نتایج و پیشنهادها ارائه شده است.

۲. مروری بر مطالعات انجام شده

بلاچ[1] و دیگران (۲۰۰۱) ساختار هزینهٔ خدمات تلفنی استرالیا را با استفاده از تابع هزینهٔ 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.

موتاری و برنی[2] (۲۰۰۲) در تحقیق خود جانشینی عوامل و صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنعت نفت خام کویت را بررسی‌کرده‌اند. بدین‌منظور تابع هزینه با فرم تابعی ترانسلوگ با روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط 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 به‌کار گرفته شده هموتتیک نیست و اثر مقیاس کاربر است. کشش جانشینی بین سرمایه و نیروی‌کار مثبت است و کشش قیمتی همه عوامل تولید پایین است. عدم صرفه‌جویی نسبت به مقیاس در تولیدات نفت خام کویت تأیید شده است.

1. Bloch
2. Mutairi and Burney

پیاچنزه و واننی[1] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای تابع هزینه در نمونه‌ای از خدمات عمومی ایتالیا (ترکیبی از گاز، آب و برق) را با استفاده از الگوی ترکیبی چندمحصولی برای دورهٔ ۱۹۹۶-۱۹۹۴ بررسی کرده‌اند. در تخمین پارامترها از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS)[2] غیرخطی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که خصوصیات تابع هزینهٔ ترکیبی (PB_c)[3] نسبت به توابع ترانسلوگ (ST)[4]، ترانسلوگ تعمیم یافته (GT)[5] و درجهٔ دو جدایی‌پذیر (SQ)[6] سازگاری بهتری با داده‌های مشاهده شده دارد. همین‌طور تابع هزینهٔ ترکیبی، توضیح روشن‌تری از فناوری چندمحصولی نسبت به تابع ترانسلوگ تعمیم یافته ارائه می‌دهد. از این‌رو، تخصصی شدن بنگاه‌ها می‌تواند هزینه‌هایشان را کاهش دهد.

بوتاسو[7] و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق خود، ساختار هزینه برای نمونه‌ای از خدمات عمومی همگانی آب و فاضلاب انگلیس و ولز بررسی کرده‌اند، بدین‌منظور از تابع هزینهٔ ترکیبی برای دورهٔ 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 هزینهٔ ترکیبی نسبت به سایر توابع هزینه‌ای تأکید دارد.

مارتین[8] و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از تابع هزینهٔ ترانسلوگ و کشش جانشینی آلن به بررسی صرفه‌های ناشی از مقیاس و هزینه‌های نهایی در فرودگاه‌های اسپانیا پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان‌دهندهٔ وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس و توسعهٔ‌فناوری در صنعت هواپیمایی اسپانیا بوده است.

پارک[9] و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری غیرخطی و داده‌های سری زمانی در دورهٔ ۲۰۱۱-۱۹۷۸، کارایی سیستم گرمایش در کره جنوبی را بررسی کرده‌اند. نتایج وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در این صنعت را تأیید کردند.

نگهبان (۱۳۸۱) در مطالعه‌ای باعنوان تابع هزینهٔ شرکت مخابرات ایران و محاسبهٔ رشد بهره‌وری، ساختار هزینهٔ شرکت مخابرات ایران درخصوص مکالمات درون‌شهری و برون‌شهری (تلفن سیمی) را بررسی کرده است. بدین‌منظور، توابع هزینهٔ ترانسلوگ بلندمدت و کوتاه‌مدت مکالمات تلفنی با استفاده از روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری برای دورهٔ ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۹ برآورد شده است. نتایج تحقیق نشان داد که در بلندمدت عوامل سرمایه و نیروی‌کار نسبت به تغییرات قیمتی بی‌کشش و مواد اولیه و انرژی باکشش هستند، درصورتی‌که در کوتاه‌مدت نیروی‌کار، مواد اولیه و انرژی، باکشش هستند. در بلندمدت شرکت مخابرات با عدم صرفه‌جویی ناشی از مقیاس و در کوتاه‌مدت با بازدهی کاهنده به مقیاس مواجه است. همچنین تغییرات فناوری استفاده شده در ارائهٔ‌خدمات تلفنی، هزینه‌بر بوده و هزینه‌ها را کاهش نداده بلکه افزایش هزینه‌ها را نیز به‌دنبال داشته است.

جمالی (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای، ساختار هزینهٔ پالایشگاه نفت شیراز و لاوان بررسی کرده است. بدین‌منظور، از تابع هزینهٔ بنگاه با فرم تابعی بلندمدت ترانسلوگ چندمحصولی برای دورهٔ ۱۳۷۹-۱۳۵۳ استفاده شده است که از بسط دوم لگاریتمی سری تیلور به‌دست آمده است. کشش‌های قیمتی همهٔ عوامل تولید به جز عامل سرمایه پایین است. بازدهی نسبت به مقیاس محاسبه شده و برابر با ۱/۲۷ و بیانگر صرفه‌های ناشی از تنوع محصولات در شرکت پالایش نفت شیراز و مجتمع پالایشی لاوان است.

کریمی (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای ساختار هزینهٔ فرایند عرضهٔ آب در شرکت آب و فاضلاب شیراز بررسی کرده است. در این تحقیق، تابع هزینهٔ بنگاه با فرم تابعی ترانسلوگ، با به‌کارگیری بسط ناقص سری دوم تیلور، به‌همراه معادلات سهم هزینه به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری برآورد شده است. نتایج تحقیق نشان داد کلیهٔ ضرایب در سطح بیش از ۹۵ درصد معنی‌دار بوده و اکثر ضرایب از علایم مورد انتظار برخوردارند. محاسبهٔ کشش جانشینی آلن- اوزاوا نشان داد که کشش‌های جانشینی میان هرکدام از عوامل تولید با سرمایه در سطح میانگین، علامت مثبت دارد و بنابراین، رابطهٔ جانشینی بین این عوامل وجود دارد. وجود بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس در شرکت آب و فاضلاب شیراز مورد تأیید قرار گرفت که تخصیص بهینهٔ هزینه را با مشکل مواجه کرده است. بازدهی نسبت به مقیاس در طول دوره مورد مطالعه

1. Piacenza and Vannoni
2. Generalized Least Squares
3. Multi-product composite cost function
4. Standard translog
5. Generalized translog
6. Separable quaderatic
7. Bottasso
8. Martin
9. Park

کاهنده است.

قربانی (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای ساختار هزینهٔ شرکت گاز استان فارس را با استفاده از تابع هزینهٔ ترکیبی با روش برآورد پارامترهای تابع هزینه از داده‌های سری زمانی فصلی در دورهٔ زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱ ارزیابی کرده است، تابع هزینهٔ ترکیبی پولی و برونستین (۱۹۹۲) به‌طور هم‌زمان با معادلات سهم هزینه، برای دو خروجی و سه عامل تولید (نیروی‌کار، سرمایه و سایرخدمات)، با استفاده روش رگرسیون به‌ظاهرنامرتبط تکراری غیرخطی برآورد کرده است. نتایج تحقیق حاکی از وجود بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است.

خداپرست مشهدی (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای ساختار هزینهٔ بنگاه دو محصولی با استفاده از تابع هزینهٔ ترانسلوگ بررسی کرده است. برای برآورد تابع هزینه از داده‌های تابلویی در دورهٔ زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۵ و روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری استفاده کرده است. نتایج حاکی از جایگزینی نیروی‌کار و سرمایه در فرایند عرضهٔ آب است و کشش تقاضا برای نهادهٔ نیروی‌کار بزرگ‌تر از کشش تقاضا برای سرمایه است.

۳. مبانی نظری

چون درصدد تخمین ساختار هزینهٔ سیمان می‌باشیم، لازم است مبانی نظری هزینه را مرور کنیم. هزینه‌های تولیدی بنگاه، هزینه‌های پرداختی برای خرید عوامل و نهاده‌های موردنیاز در تولید محصول است. شیوهٔ ترکیب نهاده‌ها برای تولید سطح معین محصول به فناوری مورد استفاده وابسته است. با توجه به امکان تولید سطح معینی از محصول با ترکیبات مختلف نهاده‌ها، برنامه‌ریزی دقیق انتخاب فناوری مناسب برای بنگاه اهمیت دارد. برای انتخاب ترکیبی از نهاده‌ها با حداقل هزینه، علاوه بر درنظر گرفتن امکان‌پذیری تکنیکی و فنی تولید، به مسائل دیگر از جمله توانایی خرید نهاده‌ها نیز باید توجه شود. این نکته به‌نوبهٔ خود به شرایط حاکم بر بازار عوامل تولید وابسته است.

تابع تولید Q به‌عنوان حداکثر تولید ممکن در زمان مشخص با استفاده از n نهاده به‌صورت رابطهٔ (۱) درنظر گرفته شده است. بازار نهاده‌ها به‌صورت کاملاً رقابتی فرض شده است.

$$Q = F(X) \qquad (۱)$$
$$X = (x_1. x_2. \dots . x_n) \geq 0$$
$$P = (p_1. p_2. \dots . p_n) >$$

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

$$s.t. \quad F(X) = Q \qquad (۲)$$

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

$$C^* = C(P. Q) \qquad (۳)$$

تابع هزینهٔ ترانسلوگ[1](ST) اولین بار توسط کریستین[2] و همکارانش در سال (۱۹۷۳) مطرح شد. در بیشتر الگوهای ساختار هزینه فناوری‌های چندمحصولی، به‌طور سنتی از فرم ترانسلوگ 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 هزینهٔ ترانسلوگ برای سطوح ویژهٔ تولید که همان سطوح خروجی صفر هستند، نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، بنابراین از این فرم تابعی استفاده نمی‌کنیم.

تابع هزینهٔ ترکیبی[3] اولین بار توسط پولی و برونستین[4] (۱۹۹۲)، معرفی شد. تابع هزینه ترکیبی از ترکیب ساختار درجه دو برای خروجی‌های متعدد و یک ساختار درجهٔ دو لگاریتمی[5] برای قیمت نهاده‌ها تشکیل شده است. این ساختار برای بررسی خواص فناوری‌های چندمحصولی مطلوب است. یکی از مزیت‌های این تابع نسبت به تابع ترانسلوگ استاندارد (معمولی) و تابع ترانسلوگ تعمیم‌یافته آن است که تابع هزینهٔ ترکیبی برای سطوح ویژه تولید که همان سطوح خروجی صفر هستند، می‌تواند استفاده شود.

1.Translog cost function
2. Christencen
3. Composite cost function
4. Pulley and Braunstein
5. Log-quadrative

این تابع به‌دلیل جدا نکردن خروجی‌ها و ورودی‌ها، ساختاردرجهٔ دوم جدایی‌پذیر مطرح شده توسط رولر[1] (۱۹۹۰) و تابع هزینه با ساختار درجهٔ دوم برای خروجی را بهبود می‌بخشد (پولی و برونستین، ۱۹۸۲).

این تابع به‌صورت زیر است.

$$\begin{aligned} \mathrm{LnC} = \mathrm{Ln}\Big(&\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2}\sum\sum \alpha_{ij} q_i q_j \\ &+ \sum\sum \delta_{ik} q_i \,\mathrm{Lnr_k}\Big) + \beta_0 \\ &+ \sum\sum \mu_{ik} q_i \,\mathrm{Lnr_k} \\ &+ \sum \beta_k \,\mathrm{Lnr_k} \\ &+ \frac{1}{2}\sum\sum \beta_{kl} \,\mathrm{Lnr_k Lnr_l} + \varepsilon \end{aligned} \qquad (۴)$$

پولی و برونستین (۱۹۹۲) در مدل کاربردی برای اجتناب از مشکلات تخمین، مدلی بدون β_0 و μ_{ik} درنظر گرفته‌اند. این روش، توسط پولی و همفری[2] (۱۹۹۳) نیز استفاده شده است. در این حالت، شکل نهایی مدل به‌صورت رابطهٔ (۵) است.

$$\begin{aligned} LnC = Ln\Big(&\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2}\sum\sum \alpha_{ij} q_i q_j \\ &+ \sum\sum \delta_{ik} q_i \, Lnr_k\Big) \\ &+ \sum \beta_k \, Lnr_k \\ &+ \frac{1}{2}\sum\sum \beta_{kl} \, Lnr_k Lnr_l + \varepsilon \end{aligned} \qquad (۵)$$

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

آدامس (۲۰۰۴) برای محاسبهٔ تغییرات فناوری، از روند زمانی (T) در مدل استفاده کرده‌است. نتیجهٔ این تغییرات به‌صورت معادلهٔ (۶) است:

$$\begin{aligned} LnC = Ln\Big(&\alpha_0 + \sum \alpha_i q_i + \frac{1}{2}\sum\sum \alpha_{ij} q_i q_j \\ &+ \sum\sum \delta_{ik} q_i \, Lnr_k + \varphi_1 T \\ &+ \varphi_2 T^2\Big) + \sum \beta_k \, Lnr_k \\ &+ \frac{1}{2}\sum\sum \beta_{kl} \, Lnr_k Lnr_l + \varepsilon \end{aligned} \qquad (۶)$$

در رابطهٔ فوق εجملهٔ خطا و T متغییر روند زمانی است.

با توجه به خواص یک تابع هزینهٔ خوش رفتار، محدودیت‌های زیر در رابطهٔ (۴) اعمال می‌شود (یوتاری و برنی[3]، ۲۰۰۲).

الف) فرض همگنی

$$\sum_k \beta_k = 1. \sum \beta_{kl} = \sum \beta_{lk} = \sum \delta_{ik} = 0 \qquad (۷)$$

ب) فرض تقارن

$$\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad i \neq j \quad i.j = 1.2 \dots n \qquad (۸)$$

پس از اعمال فروض تقارن و همگنی بر تابع موردنظر با استفاده از لِم شفارد، تابع سهم هزینهٔ هر یک از عوامل تولید به‌صورت رابطهٔ (۱۰) محاسبه می‌شود.

$$S_l = \frac{\partial \mathrm{Lnc}(p,q)}{\partial \mathrm{Lnr}_l} = \frac{\partial c}{\partial p_l}\frac{p_l}{c} = x_l \frac{p_l}{c} \qquad (۹)$$

از طرف دیگر، به‌دلیل برابر واحد بودن مجموع سهم هزینه‌ها $(\sum_{i=1}^{3} S_i = 1)$، به‌منظور جلوگیری از صفرشدن دترمینان ماتریسواریانس -کوواریانس اجزاء اخلال، 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 این‌رو، با اعمال این شرط و فرض‌های تقارن و همگنی بر تابع هزینه و معادلات سهم تقاضا، شکل قابل برآورد تابع هزینه در این تحقیق به‌صورت زیر است.

$$\begin{aligned} Ln\left(\frac{C}{r_k}\right) = Ln\Big(&\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2}\alpha_{qq} q^2 \\ &+ \delta_{ql} q Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) \\ &+ \delta_{qs} q Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) + +\varphi_t T \\ &+ \varphi_{tt} T^2\Big) + \beta_l Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) \\ &+ \beta_s Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) \\ &+ \beta_{ls} Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) \\ &+ \frac{1}{2}\beta_{ss} Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right)^2 \\ &+ \frac{1}{2}\beta_{ll} Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right)^2 \end{aligned} \qquad (۱۰)$$

در رابطهٔ فوق C کل هزینهٔ تولید، q محصول تولیدی بنگاه یا صنعت، r_l قیمت نهادهٔ نیروی‌کار، r_k قیمت نهادهٔ سرمایه، r_s قیمت نهادهٔ سایر خدمات و T متغییر روند زمانی است.

1. Roller
2. Pulley and Humphrey
3. Mutairi and Burney

$$S_l = (\delta_{ql}q)\Big(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2}\alpha_{qq}q^2 + \delta_{ql}qLn\left(\frac{r_l}{r_k}\right) + \delta_{qs}qLn\left(\frac{r_s}{r_k}\right) + \varphi_t T + \varphi_{tt}T^2\Big)^{-1} + \beta_l + \beta_{ll}Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) + \beta_{ls}Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) \quad (۱۱)$$

در رابطهٔ (۱۱)، S_lسهم نهادهٔ نیروی‌کار است.

$$S_s = (\delta_{qs}q)\Big(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2}\alpha_{qq}q^2 + \delta_{ql}qLn\left(\frac{r_l}{r_k}\right) + \delta_{qs}qLn\left(r_s/r_k\right) + \varphi_t T + \varphi_{tt}T^2\Big)^{-1} + \beta_s + \beta_{ss}Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right) + \beta_{ls}Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right) \quad (۱۲)$$

در رابطهٔ (۱۲)، S_s سهم نهادهٔ سایر خدمات است.

سیستم فوق را با روش رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط تکراری غیرخطی (NLSUR) و با استفاده از نرم‌افزار Limdep8 برآورد می‌کنیم. پس از تخمین تابع هزینه شاخص‌هایی چون کشش جانشینی آلن- اوزاوا[1]، کشش قیمتی، صرفه‌های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس و تغییر فناوری عوامل تولید قابل استخراج است.

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

با استفاده از لِم شفارد، کشش جانشینی آلن به‌صورت روابط (۱۳) و (۱۴) است.

$$AES_{kl} = \frac{\beta_{kl}+S_kS_l}{S_kS_l} \quad k \neq l \quad (۱۳)$$

$$AES_{kk} = \frac{\beta_{kk}+S_k^2-S_k}{S_k^2} \qquad k = l \quad (۱۴)$$

در رابطهٔ فوق، S_k و S_l سهم عوامل k ام و l ام و β_{kl} ضریب متقاطع قیمت نهاده‌ها، در تابع هزینهٔ ترکیبی است.

کشش‌های مستقیم و متقاطع تقاضا به‌صورت روابط (۱۵) و (۱۶) است.

$$\eta_{kl} = \frac{\beta_{kl}+S_kS_l}{S_k} \qquad k \neq l \quad (۱۵)$$

$$\eta_{kk} = \frac{\beta_{kk}+S_k^2-S_k}{S_k} \qquad k = l \quad (۱۶)$$

در روابط (۱۵) و (۱۶) 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 نهاده‌ها، در تابع هزینهٔ ترکیبی است.

یکی از روش‌ها، محاسبهٔ کشش هزینه نسبت به محصول به‌صورت رابطهٔ (۱۷) است.

$$ECS = \varepsilon_{cqi} = \frac{\partial Lnc}{\partial Lnq_i} \quad (۱۷)$$

بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از واحد بودن کشش هزینه نسبت به محصول نشان از وجود زیان‌های (فایده‌های) ناشی از مقیاس دارد.

به پیروی از بامول[2] و دیگران (۱۹۸۲) شاخص بازدهی نسبت به مقیاس برابر معکوس کشش هزینه نسبت به محصول است.

$$RTS = \left[\frac{\partial LnTC}{\partial LnQ}\right]^{-1} = \frac{1}{\varepsilon_{cq}} \quad (۱۸)$$

در رابطهٔ فوق RTS بازدهی نسبت به‌مقیاس است.

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

$$\varepsilon_{c_t} = (\varphi_t T + 2\varphi_{tt}\mathrm{T})\Big(\alpha_0 + \alpha_q q + \frac{1}{2}\alpha_{qq}q^2 + \delta_{ql}qLnr_l + \delta_{qs}qLnr_s + \delta_{qk}qLnr_k + \varphi_t T + \varphi_{tt}T^2\Big)^{-1} \quad (۱۹)$$

در رابطه (۱۹)، ε_{c_t} تغییرات تکنیکی، Tمتغیر روند زمانی، q تولید، r_l، r_k و r_s قیمت عوامل تولید است.

درصورت برقراری شرط $\frac{\partial Ln(c)}{\partial(Trend)} > 0$ -یا $\varepsilon_{c_t} < 0$، نشان‌دهندهٔ این مطلب است که در دورهٔ زمانی لحاظ شده پیشرفت فناوری وجود داشته است.

1. Uzawa

2. Baumol

۴. تشریح داده‌های تحقیق

داده‌های مورد نیاز در این تحقیق از گزارش‌های قیمت تمام شده، صورت‌های مالی، گزارش‌های ارائه‌شده به بخش‌های حسابداری و امور مالی و سایر واحدهای شرکت سیمان فارس به صورت فصلی استخراج شده است. کل هزینه تولیدکارخانه 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 کلیهٔ پرداختی به نیروی‌کار اعم از: حقوق ثابت، اضافه کاری، نوبت‌کاری، پاداش، فوق‌العاده‌ها، مزایای پایان خدمت و سایر مزایا بوده که مطابق با قوانین کار و سازمان تأمین اجتماعی به آن‌ها پرداخت شده است. هزینهٔ سایر خدمات شامل هزینهٔ حمل و اجاره ماشین‌آلات، اجارهٔ محل، بنزین، گازوئیل و روغن وسایل حمل و نقل و هزینه‌های سایر بخش‌ها برای تولید سیمان بوده است.

با استفاده از شاخص بهای تولیدکنندهٔ منتشرشده به وسیلهٔ بانک مرکزی به قیمت ثابت سال ۱۳۸۶ کلیهٔ هزینه‌ها واقعی شده است. در دورهٔ موردنظر سیمان تنها محصول تولیدی شرکت سیمان فارس بوده است. در تابع هزینه کلیهٔ اقلام تولیدی بر حسب تن آورده شده است. به‌دلیل نبود اطلاعات لازم برای محاسبهٔ قیمت سرمایه، برای به‌دست آوردن قیمت سرمایه از شاخص هزینهٔ استفاده از سرمایه[1] مطابق رابطهٔ زیر استفاده شده است (مک‌گیهان[2]، ۱۹۹۳).

$$P_k = \text{نرخ استهلاک} + \text{نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی} - \text{نرخ تورم} \quad (۲۰)$$

در رابطهٔ 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 به‌دست آمده است.

منظور از قیمت نیروی‌کار، متوسط دستمزد و حقوق و مزایای پرداختی به هرکدام از افراد شاغل در هر دوره بوده است. برای محاسبهٔ متوسط دستمزد، هزینهٔ دستمزد و حقوق تعدیل شده بر تعداد کارکنان بخش تولیدی مطابق رابطهٔ (۲۱) تقسیم شده است.

$$P_l = \frac{\text{دستمزد ریالی نیروی کار}}{\text{تعداد نیروی شاغل}} \quad (۲۱)$$

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

۵. نتایج تخمین تابع هزینه

الگوی هزینهٔ کل به‌همراه معادلات سهم هزینه، به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری غیرخطی و به‌کارگیری بسته نرم‌افزاری LIMDEP8 استخراج شده است.

قبل از برآورد مدل برای بررسی آزمون ریشهٔ واحد متغیرها از آزمون دیکی فولر- تعمیم یافته (ADF) استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول(۱) ملاحظه می‌شود.

1. User cost of capital
2. McGeehan

جدول۱. نتایج آزمون ریشهٔ واحد متغیرها

متغیرها	مقادیر بحرانی			آمارهٔ **ADF**	نتیجهٔ آزمون
	٪۹۰	٪۹۵	٪۹۹		
$Ln\left(\frac{C}{r_k}\right)$	−۲/۶۱۱	−۱/۹۴۸	−۱/۶۱۲	−۴	ایستا
$Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right)$	−۲/۶۱۱	−۱/۹۴۸	−۱/۶۱۲	−۴/۲	ایستا
$Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right)$	−۲/۶۱۱	−۱/۹۴۸	−۱/۶۱۲	−۲/۸	ایستا
q	−۲/۶۲۸	−۱/۹۴۹	−۱/۶۱۱	−۰/۲	ناایستا
S_l	−۲/۶۳۱	−۱/۹۵۱	−۱/۶۱۰	−۰/۴	ناایستا
S_k	−۳/۶۳۸	−۱/۹۵۰	−۱/۶۱۱	−۰/۲	ناایستا
S_s	−۲/۶۳۸	−۱/۹۵۰	−۱/۶۱۱	−۰/۲	ناایستا

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج متغیرهـای $Ln\left(\frac{C}{r_k}\right)$، $Ln\left(\frac{r_l}{r_k}\right)$ و $Ln\left(\frac{r_s}{r_k}\right)$در سطح ایستا و متغیرهای q، S_l، S_k و S_sدر سطح ناایستا بوده است. مطابق جدول(۲) متغیرهای ناایستا با یک تفاضل ایسـتا شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشهٔ واحد متغیرها

متغیر	مقادیر بحرانی			آمارهٔ **ADF**	فرض ایستایی
	٪۹۰	٪۹۵	٪۹۹		
$D(q)$	−۲/۶۲۷	−۱/۹۴۵	−۱/۶۱۹	−۲/۹۴۴	ایستا
$D(S_l)$	−۲/۶۳۴	−۱/۰۰۹	−۱/۶۱۰	−۲/۲۰۸	ایستا
$D(S_k)$	−۲/۶۳۲	−۱/۹۸۷	−۱/۶۱۱	−۴/۹۵۵	ایستا
$D(S_s)$	−۴/۲۴۳	−۳/۲۸۴	−۳/۲۰۴	−۵/۶۵۹	ایستا

مأخذ: یافته‌های تحقیق

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

جدول۳. آزمون ریشه واحد جملات پسماند

جملات پسماند معادلات	مقادیر بحرانی			آمارهٔ **ADF**	فرض ایستایی
	٪۹۰	٪۹۵	٪۹۹		
$Ln\left(\frac{C}{r_L}\right)$	−۲/۶۲۱	−۱/۹۴۸	−۱/۶۱۱	−۴/۲۷	ایستا
S_l	−۲/۶۱۹	−۱/۹۴	−۱/۶۱	−۶/۶۷۵	ایستا
S_s	−۲/۶۲۲	−۱/۹۴	۱/۶۱	−۳/۹۶۸	ایستا

مأخذ: 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 آمارهٔ ضریب لاگرانژ استفاده شده است. مقدار بحرانی محاسبه شده برابر با ۱۰/۳۳ است. این مقدار با آمارهٔ بحرانی در سطح اطمینان ۹۵٪ با دو درجه آزادی که برابر با ۷/۸۱ است مقایسه می‌شود. با توجه به اینکه مقدار آمارهٔ محاسبه شده از مقدار بحرانی بزرگ‌تر است فرضیهٔ H_0 مبنی برعدم وجود همبستگی هم‌زمان میان اجزای اخلال معادلات رد شده است. در نتیجه، می‌توان مدل را به روش NLSUR تخمین زد.

جدول ۴. مقادیر برآورد شده پارامترهای تابع هزینه

پارامتر	ضرایب	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	–	–	–

۴۴Number of observation=

۶۵/۹۹۹۹ Log likelihood=

۰/۹۷۵McElroy R- squared for the system=

۰/۶۸۷۴Cost function R^2=

۰/۴۷۳۰Other services R^2=

۰/۴۱۱۳Labour share R^2=

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

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

در برآورد سیستم رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط تکراری غیرخطی R^2 مکلوری[1] یکی از معیارهای مناسب بودن سیستم رگرسیون است. در این برآورد R^2 برابر ۰/۹۷۵ که نشانگر قدرت بالای توضیح‌دهندگی مدل است.

۶. محاسبهٔ کشش‌ها

به‌دلیل پیچیده بودن تفسیر تک‌تک 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 برازش مدل اصلی و روابط (۱۴) و (۱۵)، کشش‌های جانشینی آلن برای نهاده‌های تولید در جدول (۵) ارائه شده است. مطابق نتایج این جدول، همهٔ کشش‌های جزئی آلن، علامت مورد انتظار (منفی) را دارا بوده است. به‌عبارت دیگر، رابطهٔ معکوس بین قیمت و مقدار تقاضا برقرار بوده است. همچنین نیروی‌کار نهاده‌ای جانشین برای سرمایه و سایر خدمات بوده و سرمایه نهاده‌ای مکمل برای سایر خدمات است.

مطابق رابطهٔ جانشینی میان سرمایه و نیروی‌کار افزایش قیمت سرمایه باعث افزایش به‌کارگیری نیروی‌کار 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.

جدول۵. نتایج محاسبهٔ کشش‌های جزیی آلن بین عوامل تولید

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

مأخذ: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 هزینهٔ ترکیبی مطابق روابط (۱۵) و (۱۶) استخراج شده است. نتایج این کشش‌ها در جدول(۶) ارائه شده است.

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
سایرخدمات	۰/۱۷۸۲	-۰/۱۹۸۵	-۰/۷۸۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول (۶) کشش‌های قیمتی تقاضا برای تمامی نهاده‌ها دارای علامت منفی و مؤید قانون تقاضا است. همچنین قدرمطلق تمامی آن‌ها کوچک‌تر از یک است که بیانگر کشش‌ناپذیری عوامل تولید در برابر تغییرات قیمت خود آن عوامل است.

پایین بودن کشش قیمتی در مورد نهادهٔ نیروی‌کار 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 حامی کارگران است. ازطرفی، مطابق کشش متقاطع نیروی‌کار و سرمایه ۰/۴۸۰۴ و کشش متقاطع سرمایه و نیروی‌کار ۰/۴۵۳۷ تأثیر افزایش قیمت سرمایه بر تقاضای نیروی‌کار بیشتر از تأثیر افزایش قیمت نیروی‌کار بر تقاضای سرمایه بوده است. همچنین، علامت تمامی کشش‌ها برای هر عامل تولید با علامت‌های کشش‌های جزیی آلن- اوزاوا هماهنگ بوده است.

شاخص کشش هزینهٔ کل و متوسط نسبت به تولید به‌ترتیب برابر با درصد تغییرات هزینهٔ 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 هزینهٔ کل و متوسط، نسبت به تولید، بازدهٔ نسبت به مقیاس و تغییرات تکنیکی نیز قابل استخراج است. نتایج این شاخص‌ها، برحسب میانگین در جدول (۷) ارائه شده است. با توجه به اینکه مقدار کشش هزینهٔ کل کمتر

1. McElroy

از یک است، تابع هزینهٔ 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 هزینهٔ متوسط قرار دارد و کشش هزینهٔ متوسط نسبت به تولید منفی است. به‌عبارت دیگر، بنگاه صرفه‌های ناشی از مقیاس داشته و در قسمت نزولی منحنی هزینهٔ متوسط بلندمدت قرار داشته است. این نتیجه با توجه به نتایج محاسبات کشش هزینهٔ متوسط در این بنگاه تأیید می‌شود.

بازدهی نسبت به‌مقیاس تابع هزینهٔ ترکیبی، چگونگی واکنش هزینهٔ کل را نسبت به تغییر در سطح تولید، درنتیجه تغییر نسبی یکسان در تمام نهاده‌ها نشان می‌دهد. این شاخص برابر عکس کشش هزینهٔ کل نسبت به تولید است. نتیجهٔ محاسبه در جدول (۷) ارائه شده است.

مطابق مقدار محاسبه شده این شاخص (۴/۳) وجود بازدهی صعودی نسبت به‌مقیاس در این کارخانه تایید شده است. افزایش نسبی مشخصی در تولید محتاج به افزایش نسبی کوچک‌تری در نهاده‌ها خواهد بود. درنتیجه، بنگاه در قسمت نزولی منحنی هزینهٔ متوسط بلندمدت قرار داشته و هزینهٔ نهایی آن کمتر از هزینهٔ متوسط بوده است. نتایج به‌دست آمده بر نتایج بخش قبل منطبق بوده است.

جدول۷.مقادیر محاسبهٔ شده شاخص بازدهی نسبت به-مقیاس، کشش هزینهٔ کل و متوسط نسبت به تولید

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

شاخص تغییرات تکنیکی نشان‌دهندهٔ تأثیر تغییرات تکنیکی بر تابع هزینه است. مطابق نتایج استخراج این شاخص در سطح میانگین داده‌ها، مقدار این شاخص برابر ۰/۰۱۸۱۹- بوده است. براساس این شاخص در زمان مورد بررسی، پیشرفت فناوری وجود داشته است و این امر منجر به کاهش رشد هزینه‌های تولیدی شده است. به‌عبارتی، 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 فناوری مورد استفاده در بنگاه مذکور بوده است.

۷. نتایج و پیشنهادها

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 هزینهٔ 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 بهینهٔ عوامل، مقیاس تولید مناسب و غیره دانست. با توجه به نتایج، کارخانه سیمان فارس دارای صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی صعودی نسبت به‌مقیاس است که این امر نشان دهندهٔ 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. به‌طورکلی، 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، شاخص پیشرفت فناوری در کارخانه سیمان فارس نشان می‌دهد که در زمان مورد بررسی پیشرفت فناوری وجود داشته است و این امر منجر به کاهش رشد هزینه‌های تولیدی این بنگاه می‌شود.

با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

علامت منفی نرخ تغییر فناوری حاکی از آن است که با گذشت زمان، نرخ تغییر هزینهٔ واحد تولیدی کاهش یافته است.از آنجایی که فناوری تولید در طول زمان موجب کاهش نرخ تغییر هزینهٔ تولید در کارخانه سیمان فارس شده است، بدین‌ترتیب می‌توان استنباط کرد که استفاده از فناوری‌های نوین و پیشرفته عملاً موجب بهبود تغییرات هزینه در دورهٔ زمانی مورد مطالعه گردیده است. از این‌رو، انتظار می‌رود که با ترویج نمادهای فناوری بتوان به اقتصادی‌تر شدن فرایند تولید در کارخانه سیمان فارس کمک کرد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که با آموزش هرچه بیشتر نیروی انسانی شرایط را برای

استفاده بهینه از فناوری 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 به‌وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس، این شرکت برای کاهش هزینه‌های خود، مقیاس خود را بسط دهد. بر همین اساس، افزایش متناسب مصرف نهاده‌ها، در راستای اقتصادی کردن فرایند تولید در این بنگاه توصیه می‌شود.

مطابق یافته‌های تحقیق، آمارهٔ کشش مقیاس بیانگر وجود بازدهی صعودی نسبت به‌مقیاس در کارخانهٔ سیمان فارس است. به این ترتیب، افزایش متناسب به‌کارگیری همهٔ عوامل تولید، موجب می‌شود تولید به میزانی بیشتر از تغییر منابع تولید دستخوش تحول شود. نتیجهٔ این امر کاهش هزینهٔ واحد تولید و صرفه اقتصادی فرایند تولید خواهد بود. از این‌رو، اتخاذ راهکارهایی توصیه می‌شود که امکان افزایش اندازهٔ واحدهای تولیدی را فراهم سازد.

منابع

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (سال‌های مختلف)، گزارش‌های آماری ماهانه و نماگرهای اقتصادی.

جمالی، حیدر (۱۳۸۲). *بررسی ساختار هزینهٔ کارخانه‌های نفت شیراز و لاوان*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد.

خداپرست مشهدی، مهدی؛ فطرس، محمد حسن و بهرام فتحی (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*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز.

کریمی، لیلا (۱۳۸۸)، "بررسی ساختار هزینه فرایند عرضه آب در شرکت آب و فاضلاب شیراز"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد.

گجراتی، دامودار (۱۳۷۸)، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه: حمید ابریشمی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

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)" ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا، دانشکده اقتصاد.

واریان، هال (۱۳۷۸)، *تحلیل اقتصاد خرد*، ترجمه: رضا حسینی، چاپ پنجم، تهران: نشر نی.

Baumol, W. J.; Panzar, J. C. and R.D. Willig (1982), *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Bloch, B.; Madden, G. and S. Savage (2001), "Economies of Scale and Scope in Australian Telecommunications", *Review of Industrial Organization*, No. 18. pp. 219–227.

Bottasso, A.; Conti, M., Piacenza, M. and D. Vannoni (2010). "The Appropriateness of the Poolability Assumption for Multiproduct Technologies: Evidence from the English Water and Sewerage Utilities", *ProductionEconomics*. No. 130, pp. 112–117.

Christensen, L.R.; Jorgenson, D.W. and L.J. Lau (1973). "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *The Review of Economics and Statistics*. 55(1), pp. 28-45.

Martin, J.; Roman, C. and A. Dorta (2011), "Scale Economies and Marginal Costs in Spanish Airports", *Transportation research part e*. No. 47, pp. 238-248.

McGeehan, H. (1993), "Railway costs and Productivity Growth- the case of the Republic of Ireland in

1973-1983", *Jouranl of Transport Economics and policy*, 27(1), pp. 19-35.

Mutairi, N. and A. Burney (2002), "Factor Substitution and Economies of Scale and Utilization in Kuwait Crude Oil Industry", *Energy Economics*, No.24, pp. 337–354.

Park, S.; Lee, K. and S. Yoo (2015), "Economies of Scale in the Korean District Heating System: a Variable Cost Function Approach", *Energy policy*. No.88, pp. 197-203.

Piacenza, M. and D. Vannoni (2004), "Choosing among Alternative Cost Function Specifications: An Application to Italian Multi-utilities", *Economies Letters*. No. 82, pp. 415–422.

Pulley, L. and M. Braunstein (1992), "A Composite Cost Function for Multiproducte Firms with an Application to Economies of Scope in Banking", *The Review of Economics and Statics*. No. 74, pp. 221–230.

Roller, L. H. (1990), "Proper Quadratic Cost Functions with an Application to the Bell System", *Review of Economics and Statistics*, No.72, pp. 202-210.

Uzawa, H. (1962), "Production Function with Constant Elasticities of Substitution", *The Review of Economics and Statistics*, 70(1), pp. 67-75.