بررسی ساختار هزینه فرایند عرضه آب
(مطالعه موردی شرکت آب و فاضلاب شیراز)

حسین مرزبان[1] لیلا کریمی[2]

(دریافت ۸۹/۹/۱٤ پذیرش ۹۰/٤/۲۸)

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی شاخصهای بازدهی نسبت به مقیاس و صرفه‌های ناشی از مقیاس که دلیلی بر وجود انحصار طبیعی است و همچنین بررسی وضعیت تغییرات تکنولوژیکی و نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید در شرکت آب و فاضلاب شیراز بود. به این منظور از فرم تابع هزینه ترانس‌لاگ برای برآورد تابع هزینه فرایند عرضه آب در این شرکت استفاده شد. چارچوب تجزیه و تحلیل بر مبنای روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری بود. برای براورد پارامترهای تابع هزینه از داده‌های سری زمانی فصلی طی دوره زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۵ استفاده شد. در این شرکت از چهار عامل تولید: نیروی کار، سرمایه، مواد اولیه و سایر خدمات در فرایند تولید بهره گرفته شد. نتایج حاصل از تحقیق حاکی از وجود بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس و عدم صرفه‌جویی ناشی از مقیاس بود که وجود انحصار طبیعی در این شرکت را رد می‌نمود. شاخص پیشرفت تکنولوژی حاکی از کاهش هزینه‌ها در نتیجه پیشرفت تکنولوژی و محاسبه شاخص رشد بهره‌وری نیز نشان دهنده وجود رشد بهره‌وری در طول دوره مورد مطالعه بود.

واژه‌های کلیدی: انحصار طبیعی، عرضه آب، تابع هزینه ترانس‌لاگ، بازدهی نسبت به مقیاس، رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری، آب و فاضلاب شیراز

An Analysis of Cost Structure Process of Water Supply
(The Case Study of Shiraz Water and Wastewater Company)

Hossein Marzban[1] *Leila Karimi*[2]

(Received Dec. 5, 2010 Accepted July 19, 2011)

Abstract

The main purpose of this paper is examination of return to scale index and economics of scale index that is an argument of being natural monopoly, also investigation on states of technical changes and productivity growth rate in Shiraz water and wastewater company. This is the reason translog cost function is used to estimate the cost function of the water supply in this company. The framework of analysis is in accordance to the iterative seemingly unrelated regression (ISUR) technique. To estimate the parameters of the cost function we have used the quarterly data for the period of 1999-2006 has been used. This company uses four factors of production in its process: labor, capital, raw material and other services. The result showed that there exists decreasing return to scale and no economizing of scale that rejects the existence of natural monopoly in this company. Advance technology index indicated cost decrease as a result of advance in technology and calculation index of productivity growth showed the existence of productivity growth during the surveyed period of time.

Keywords: Natural Monopoly, Water Supply, Translog Cost Function, Return to Scale, Sequential Iterative Seemingly Unrelated Regressions, Water and Wastewater, Shiraz.

۱-استادیار بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز

۲- دانشجوی دکترای علوم اقتصادی، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول) ۶۴۷۵۸۵۲ (۰۷۱۱)
LKarimi57@yahoo.com

1. Assist. Prof. of Economy, Shiraz University
2. Ph.D. Student of Economic Sciences, Shiraz University, Shiraz
(Corresponding Author) (+98 711) 6475852 LKarimi57@yahoo.com

۱- مقدمه

صنعت آب به‌دلیل تأثیراتی که در تأمین و بهبود سطح رفاه اجتماعی، تسریع رشد کشاورزی و صنعتی و افزایش سطح تولید ملی و منطقه‌ای بازی می‌کند بسیار حائز اهمیت است. آب شرب در شهرها معمولاً توسط شبکه وسیعی از لوله‌ها در یک ساختار انحصار طبیعی[1] تولید و توزیع می‌شود. تعریف انحصار طبیعی در این مقاله نزدیک به تعریفی است که بامال و همکاران[2] ارائه کرده‌اند. در تعریف انحصار طبیعی به ساختار صنعتی اشاره می‌گردد که تابع هزینه آن به‌ترتیبی است که هیچ ترکیب دیگری از چند مؤسسه در آن صنعت قادر نیست برداری از محصول را به آن ارزانی ارائه کند که تنها اگر یک مؤسسه تولیدکننده موجود باشد[۱]. تجربیات اقتصادی جوامع نشان داده است که این تولید ارزان در بخشهایی از خدمات شهری تنها توسط بنگاههای انحصاری مانند شرکتهای آب، برق و گاز قابل ارائه هستند.

مفهوم انحصار طبیعی در متون اقتصادی به شکلهای دیگری نیز تعریف شده است. به‌طور ساده گفته می‌شود که ساختار انحصار طبیعی دارای بازدهی فزاینده به مقیاس بوده و مقیاس اقتصادی (بهینه) این صنعت تقریباً برابر با اندازه بازار است. در تعریفی دیگر به وضعیتی از بازار اطلاق می‌شود که هزینه متوسط یک تولید به‌طور پیوسته در یک دامنه طولانی نزولی است بنابراین به‌طور طبیعی بازار در انحصار یک تولیدکننده و یا ارائه کننده خدمات قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی ورود و ادامه فعالیت سایر اشخاص به آن بازار مقدور نیست.

هدف از این مقاله، بررسی و تعیین شاخصهای صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازدهی نسبت به مقیاس به‌منظور پی بردن به وجود انحصار طبیعی در شرکت آب و فاضلاب شیراز، همچنین شاخص تغییرات تکنولوژیکی و رشد بهره‌وری عوامل تولید است. به این منظور به بررسی تابع هزینه شرکت درشکل تابعی ترانس‌لاگ[3] پرداخته شد. پس از مروری بر ادبیات موضوع، مدل تابع هزینه ترانس‌لاگ برای شرکت آب و فاضلاب شیراز ارائه و سپس به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شد و در پایان اقدام به جمع‌بندی نتایج گردید.

۲- سابقه تجربی پژوهش

مارتینز[4] و اسپنرا[5] در سال ۲۰۰۰ با استفاده از داده‌های ماهانه برای سالهای ۱۹۹۳تا ۱۳۹۹ مربوط به اسپانیا، تابع تقاضای آب خانگی را با روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده و به این نتیجه رسیده‌اند که آب یک کالای کشش‌ناپذیر است و متغیر آب و هوا به‌طور مؤثری بر مصرف ماهانه اثرگذار است[۲]. گارسیا[6] و رینوید[7] در سال۲۰۰۴ به‌منظور بررسی منافع حاصل از قیمت‌گذاری بهینه آب در فرانسه به تخمین تابع هزینه ترانس‌لاگ و تابع تقاضا با روش گشتاورهای تعمیم یافته[8]پرداخته‌اند. نتایج نشان دهنده این است که سیاست قیمت‌گذاری بهینه باعث افزایش در قیمت نهایی آب شده و به رفاه کمتر منتج می‌شود[۳]. اوراکامی[9] در سال۲۰۰۴ تابع هزینه ترانس‌لاگ بلندمدت را با متغیرهای کنترل (یارانه، منابع آب و تراکم شبکه) همراه با سهم نهاده‌های تولید به‌طور همزمان برآورد نموده است. داده‌ها مربوط به ۱۸۰۳ مؤسسه عرضه آب در سال ۲۰۰۱ است.

نتایج نشان می‌دهد که طی دوره مورد مطالعه بازده صعودی نسبت به مقیاس وجود داشته است و وجود یارانه‌ها باعث اسراف در استفاده از نیروی کار، سرمایه و دیگر عوامل تولید شده است و صرفه‌های ناشی از مقیاس کاهش یافته است. تراکم پایین شبکه، فقدان منابع آب و افزایش یارانه‌ها باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شود[۴].

فاریا[10] و سوزا[11] و موریرا[12] در سال ۲۰۰۵ تابع تولید کاب داگلاس[13] شرکتهای دولتی و خصوصی عرضه آب در برزیل را با روش حداکثر راست‌نمایی[14] برآورد کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که شرکتهای خصوصی عرضه آب نسبت به شرکتهای دولتی از کارایی بیشتری برخوردار هستند[۵]. مارتینز[15]، فورتوناتو[16] و کوئلهو[17] در سال ۲۰۰۶ فرم تابعی درجه سوم تابع هزینه آب و فاضلاب در کشور پرتقال در سه سطح تولید: متوسط صنعت، حداقل مقیاس کارا و مقیاس بزرگ با روش حداقل مربعات معمولی را برآورد نموده و به این نتیجه رسیده‌اند که برای مقیاس متوسط صنعت و مقیاس بزرگ تولید، هزینه نهایی عرضه آب از هزینه نهایی جمع‌آوری فاضلاب بزرگ‌تر است درحالی‌که در سطح تولید حداقل مقیاس کارا عکس حالت مذکور اتفاق می‌افتد[۶]. کوستاس[18] و چریستاموس[19] در سال۲۰۰۶ به‌منظور بررسی و

[1] Natural Monopoly
[2] Baumal et al.
[3] Translog Cost Function
[4] Martinez
[5] Espineria

[6] Garcia
[7] Reynaud
[8] Generallized Method of Moments
[9] Urakami
[10] Faria
[11] Souza
[12] Moreira
[13] Cobb-Douglas
[14] Maximum Likelihood
[15] Martins
[16] Fortunato
[17] Coelho
[18] Kostas
[19] Chrysostomos

پیش‌بینی تابع تقاضای آب خانگی برای منطقه آتن از تابع تقاضای حاصل از حداکثر نمودن تابع مطلوبیت استون و گری[1] استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که کشش قیمتی تقاضای آب بسیار پایین است و کشش تقاضای آب نسبت به متغیر آب و هوا حساس‌تر از کشش تقاضا نسبت به متغیر قیمت است. همچنین پیش‌بینی تابع تقاضای آب نشان می‌دهد که مصرف آب بدون درنظر گرفتن تغییرات در قیمت آب در آینده افزایش خواهد یافت زیرا کشش درآمد بسیار حساس‌تر از کشش قیمت است[۷]. نوگس[2] و برگ[3] در سال ۲۰۰۷ به‌منظور بررسی صرفه‌های ناشی از تراکم و صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنعت آب در برزیل، مولدوا، کلمبیا و ویتنام تابع هزینه ترانس‌لاگ به‌همراه معادلات سهم نهاده‌های تولید به‌روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری برای هر کشور را برآورد کردند. در هر چهار کشور بازگشت افزایشی نسبت به تراکم تولید مشاهده شد. در مولدوا و ویتنام صرفه‌های ناشی از تراکم مشتری وجود دارد درحالی‌که در برزیل و کلمبیا بازگشت ثابت نسبت به تراکم مشتری وجود دارد. همچنین در مولدوا، کلمبیا و ویتنام صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود دارد که دلیلی بر انحصار طبیعی است درحالی‌که در برزیل بازگشت ثابت به مقیاس وجود انحصار طبیعی در صنعت آب در این کشور را رد می‌کند[۸].

کلاهی در سال ۱۳۶۹ به‌منظور بررسی تابع تقاضای آب آشامیدنی در شهر شیراز، تابع تقاضای حاصله از حداکثر نمودن تابع مطلوبیت استون و گری را با استفاده از روش کمترین مربعات معمولی برآورد کرده است. این مطالعه در دو قسمت سری زمانی (سالهای ۱۳۵۱ تا ۱۳۶۹) و سری زمانی- مقطع عرضی (۷۹۶ خانوار طی سال ۱۳۶۹) انجام گرفته و درآن تقاضای آب برای انواع مصارف (داخلی، غیرداخلی و غیره) از یکدیگر تفکیک گردیده است.

نتایج بر کشش‌ناپذیری تقاضای آب نسبت به قیمت آب و درآمد مصرف‌کننده دلالت دارد. همچنین در رابطه با اثر تعداد ساکنان هر خانه بر تقاضای آب و مقدار حداقل لازم برای معیشت، نتایج حاصله بر وجود صرفه‌های بازده نسبت به مقیاس بر مصرف آب دلالت می‌نماید[۹]. رحمتی در سال ۱۳۸۰ تابع هزینه مجتمع مس سرچشمه کرمان را با استفاده از داده‌های فصلی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۸ تخمین زده است. نتایج تخمین با روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری، حاکی از آن است که مجتمع با صرفه‌های ناشی از مقیاس مواجه است و تکنولوژی مورد استفاده در جهت کاهش رشد هزینه‌های تولیدی عمل کرده است[۱۰]. صالح‌نیا و همکاران در سال ۱۳۸۶ تعرفه‌های موجود در بخش آب و الگوی مصرف مربوط به شهر نیشابور را طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ و برای شش دوره دو ماهه در هر سال مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان دهنده عدم تطابق بین الگوی مصرف جامعه آماری با الگوی مصرف پیشنهادی و تعرفه‌های وضع شده از طرف دولت است[۱۱]. صبوحی و نوبخت در سال ۱۳۸۸ به بررسی تابع تقاضای آب شرب شهر پردیس با استفاده از تابع مطلوبیت استون و گری پرداخته و سپس با محاسبه کشش‌های قیمتی و درآمدی و حداقل مصرف در حالتهای مختلف به این نتیجه رسیدند که افزایش قیمت آب در مواردی که اضافه مصرف بالاتر است، اثر بیشتری بر کاهش مصرف دارد[۱۲].

۳- مبانی نظری و ارائه مدل

روشهای مختلفی برای تخمین تابع هزینه مؤسسات انحصاری استفاده شده است. روشهایی مانند تخمین مرز هزینه تصادفی[4] یا استفاده از روش تجزیه و تحلیل مجموعه اطلاعات[5] برای تعیین تابع هزینه استفاده می‌شود. در این مطالعه به تخمین تابع هزینه با استفاده از روش تابع هزینه ترانس‌لاگ پرداخته شد. این فرم هم از جنبه نظری و هم از جنبه مسایل اقتصادسنجی بر سایر فرم‌ها برتری دارد. تابع هزینه ترانس‌لاگ اولین بار توسط کریستن سن[6]، جرگینسون[7] و لائو[8] در سال ۱۹۷۱ معرفی گردید. تابع هزینه ترانس‌لاگ در بیشتر مطالعات به‌صورت بسط مرتبه دوم تیلور و در معدودی از آنها با به‌کارگیری بسط ناقص مرتبه سوم تیلور مورد استفاده قرار گرفت.

شکل کلی تابع هزینه شرکت آب و فاضلاب شیراز از فرم زیر تبعیت می‌کند

$$C = C(Q, P_K, P_L, P_M, P_S, T) \qquad (۱)$$

که در این رابطه

C کل هزینه تولید وتوزیع، Q مقدارآب عرضه شده، P_K قیمت سرمایه، P_L قیمت نیروی کار، P_M قیمت مواد اولیه، P_S قیمت سایر خدمات و T متغیر روند است.

شکل ترانس‌لاگ تابع هزینه را می‌توان با به‌کارگیری بسط ناقص سری دوم تیلور به‌صورت زیر استخراج نمود

[1] Stone – Geary Utility Function
[2] Nauges
[3] Berg
[4] Stochastic Cost Frontier
[5] Data Envelopment Analysis
[6] Cristensen
[7] Jorgenson
[8] Lao

$$LnC(P,Q,T)=\alpha_0+\alpha_Q LnQ+\frac{1}{2}\alpha_{QQ}(LnQ)^2+\sum_{i=1}^{4}\beta_i LnP_i+\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{4}\beta_{ij}LnP_iLnP_j+\sum_{i=1}^{4}\delta_{iQ}LnP_iLnQ+\sum_{i=1}^{4}\beta_{ti}LnP_iT+\theta_t T+\frac{1}{2}\theta_{tt}T^2+\sum\alpha_{tQ}TLnQ \qquad (۲)$$

$i,j=L,K,M,S$

برای تخمین مدل به‌روش ISURو به‌منظور افزایش کارایی پارامترهای تخمین زده شده، معادله تابع هزینه با معادلات سهم تقاضا همزمان تخمین زده می‌شود. زیرا اولاً معادلات سهم تقاضا دارای پارامترهای یکسان هستند، ثانیاً معادلات سهم از معادله هزینه به‌دست آمده‌اند و ممکن است جزء اخلال آنها با هم ارتباط داشته باشند لذا بهتر است با هم تخمین زده شوند[۱۳].

به این منظور، معادلات سهم هزینه با استفاده از لم شفارد[1] به‌صورت زیر استخراج می‌گردد

$$S_i=\frac{\partial LnC}{\partial LnP_i}=\beta_i+\sum_{i=1}^{4}\beta_{ij}LnP_j+\delta_{iQ}LnQ+\beta_{ti}T \qquad (۳)$$

با توجه به خواص یک تابع هزینه خوش رفتار، محدودیتهای زیر در رابطه ۲ اعمال می‌گردد

الف- فرض همگنی

$$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i=1,\qquad \sum_{i=1}^{n}\beta_{ij}=\sum_{j=1}^{n}\beta_{ji}=\sum_{i=1}^{n}\delta_{iQ}=0 \qquad (۴)$$

ب- فرض تقارن

$$\beta_{ij}=\beta_{ji}\qquad i\neq j\qquad i,j=1,2,...,n \qquad (۵)$$

از طرف دیگر چون مجموع سهم هزینه‌ها برابر واحد است، ($\sum_{i=1}^{4}S_i=1$) لذا به‌منظور جلوگیری از صفر شدن دترمینان ماتریس واریانس- کوواریانس اجزاء اخلال، باید یکی از معادلات سهم حذف شود و معمولاً در کارهای تجربی معادله‌ای حذف می‌شود که بهترین برآورد ممکن را به‌دست دهد که در این تحقیق، سهم سرمایه از هزینه کل انتخاب و حذف شد[۱۴]. لذا با اعمال این شرط و فرضهای تقارن و همگنی بر تابع هزینه و معادلات سهم تقاضا، شکل قابل برآورد تابع هزینه به‌صورت زیر خلاصه می‌شود

$$\begin{aligned}Ln\left(\frac{TC}{P_K}\right)&=\alpha_0+\alpha_Q Ln(Q)+\frac{1}{2}\alpha_{QQ}(Ln(Q))^2+\\&\beta_L Ln\left(\frac{P_L}{P_K}\right)+\beta_M Ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right)+\beta_S Ln\left(\frac{P_S}{P_K}\right)+\\&\frac{1}{2}\beta_{LL}\left(Ln\left(\frac{P_L}{P_K}\right)\right)^2+\frac{1}{2}\beta_{MM}\left(Ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right)\right)^2+\\&\frac{1}{2}\beta_{SS}\left(Ln\left(\frac{P_S}{P_K}\right)\right)^2+\beta_{LM}Ln\left(\frac{P_L}{P_K}\right)Ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right)+\\&\beta_{LS}Ln\left(\frac{P_L}{P_K}\right)Ln\left(\frac{P_S}{P_K}\right)+\beta_{MS}Ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right)Ln\left(\frac{P_S}{P_K}\right)+\\&\delta_{LQ}Ln\left(\frac{P_L}{P_K}\right)Ln(Q)+\delta_{MQ}Ln\left(\frac{P_M}{P_K}\right)Ln(Q)+\\&\delta_{SQ}Ln\left(\frac{P_S}{P_K}\right)Ln(Q)+\beta_{TL}TLn\left(\frac{P_L}{P_K}\right)+\\&\beta_{TM}TLn\left(\frac{P_M}{P_K}\right)+\beta_{TS}TLn\left(\frac{P_S}{P_K}\right)+\\&\theta_T T+\frac{1}{2}\theta_{TT}T^2+\alpha_{TQ}TLn(Q)\end{aligned} \qquad (۶)$$

پس از تخمین تابع هزینه و انجام تست‌های لازم برای حصول اطمینان از وجود شرایط خوش رفتاری، می‌توان شاخصهایی چون صرفه‌های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس، تغییر تکنولوژی و در نهایت رشد بهره‌وری عوامل تولید را محاسبه و مورد بررسی قرار داد.

۳-۱- صرفه‌های ناشی از مقیاس[2]

صرفه‌های ناشی از مقیاس به‌این مفهوم است که اگر مقیاس تولید افزایش یابد، میزان محصول چقدر تغییر خواهد کرد. در حالت کلی اگر میزان تولید به میزانی بیش از افزایش در مقیاس تولید افزایش یابد، صرفه‌های ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت. برای نشان دادن و اندازه‌گیری صرفه‌ها یا عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس، روشهای متعددی استفاده می‌شود. یکی از این روشهای محاسباتی برای به‌دست آوردن فایده‌های ناشی از مقیاس، محاسبه کشش هزینه نسبت به محصول است. اگر کشش هزینه نسبت به محصول بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از واحد باشد، زیان‌های (فایده‌های) ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت

$$ECS=\varepsilon_{cq}=\frac{\partial LnTC}{\partial LnQ} \qquad (۷)$$

یکی دیگر از روشها، ترسیم منحنی هزینه متوسط بلندمدت است. زمانی‌که بنگاه در قسمت نزولی (صعودی)، منحنی تولید می‌کند فایده‌های (زیان‌های) ناشی از مقیاس وجود خواهد داشت و در

[1] Shephard's Lemma

[2] Economies of Scale

قسمت مسطح، بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد[۸، ۱۵-۱۹].

۳-۲- بازدهی نسبت به مقیاس[1]

بازدهی نسبت به مقیاس، نسبت تغییر در محصول وقتی همه عوامل تولید به یک نسبت تغییر می‌کند را نشان می‌دهد. این شاخص از معکوس کردن کشش هزینه نسبت به محصول حاصل می‌شود

$$RTS = \left[\frac{\partial LnTC}{\partial LnQ}\right]^{-1} = \frac{1}{\varepsilon_{cq}} \qquad (۸)$$

اگر کشش هزینه برابر، بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از واحد باشد، بازدهی نسبت به مقیاس به‌ترتیب ثابت، کاهنده یا فزاینده خواهد بود[۲۰].

۳-۳- شاخص تغییرات تکنولوژیکی[2]

در این مقاله متغیر زمان به‌عنوان شاخصی به‌منظور بررسی تغییرات تکنولوژیکی در مدل مذکور بود. تغییرات تکنولوژیکی ممکن است باعث کاهش و یا افزایش در رشد هزینه‌ها شود که این امر حاکی از کارایی یا عدم کارایی تکنولوژی انتخاب شده در بنگاه و یا صنعت مورد نظر است. نرخ رشد تغییرات تکنولوژیکی از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$\frac{\partial Ln(TC)}{\partial T} = \theta_T + \theta_{TT}T + \beta_{TK}LnP_K + \beta_{TL}LnP_L + \beta_{TM}LnP_M + \beta_{TS}LnP_S + \alpha_{TQ}LnQ \qquad (۹)$$

تغییرات تکنولوژیکی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده آن به‌صورت زیر است

$$T_1 = \alpha_{TQ}LnQ \qquad (۱۰)$$

$$T_2 = \theta_T + \theta_{TT}T \qquad (۱۱)$$

$$T_3 = \beta_{TK}LnP_K + \beta_{TL}LnP_L + \beta_{TM}LnP_M + \beta_{TS}LnP_S \qquad (۱۲)$$

که در این روابط

[1] Return to Scale
[2] Technical Change Index

T_1 یا همان اثر بسط مقیاس[3]، تأثیر افزایش محصول را با فرض ثابت بودن سایر شرایط، بر رشد هزینه‌ها نشان می‌دهد. T_2 یا اثر تکنولوژی خنثی[4]، عوامل کیفی مانند بالا بردن دانش کیفی نیروی کار از طریق راه‌اندازی کلاسهای تخصصی را بر رشد هزینه‌ها نشان می‌دهد و T_3 یا اثر تکنولوژی غیرخنثی[5]، تأثیر نحوه به‌کارگیری عوامل تولید (تکنیک تولید) را بر رشد هزینه کل نشان می‌دهد.

در نهایت برآیند این سه عامل نشان می‌دهد که هزینه در طول زمان چقدر و چرا تغییر کرده است[۸، ۱۶ و ۱۸].

۳-۴- رشد بهره‌وری کل عوامل تولید[6]

رشد بهره‌وری برابر با رشد محصول تولیدی در طی زمان، با فرض استفاده از یک ترکیب مشخص از عوامل تولید تعریف شده است. شاخص محاسباتی بهره‌وری کل عوامل تولید به‌صورت زیر است

$$TFP = -\left[\sum \beta_{ti}LnP_i + \alpha_{tQ}LnQ + \theta_T + \theta_{TT}T\right] * RTS \qquad (۱۳)$$

اگر فرم نهایی شاخص محاسباتی رشد بهره‌وری تفکیک شود آنگاه عوامل تعیین‌کننده رشد بهره‌وری به‌دست می‌آید که به‌ترتیب شامل سه جزء اثر بسط مقیاس، اثر تکنولوژی خنثی و اثر تکنولوژی غیرخنثی می‌شود که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود

$$F_1 = -\left[\alpha_{TQ}LnQ\right] * RTS \qquad (۱۴)$$

$$F_2 = -\left[\theta_T + \theta_{TT}T\right] * RTS \qquad (۱۵)$$

$$F_3 = -\left[\sum \beta_{ti}LnP_i\right] * RTS \qquad (۱۶)$$

F_1 یا همان اثر بسط مقیاس، تأثیر افزایش محصول را با فرض ثابت بودن سایر شرایط، بر رشد بهره‌وری عوامل تولید نشان می‌دهد. F_2 یا همان اثر تکنولوژی خنثی، تأثیر عوامل کیفی مانند بالا بردن دانش کیفی نیروی کار از طریق راه‌اندازی کلاسهای تخصصی را بر رشد بهره‌وری عوامل تولید نشان می‌دهد و F_3 یا اثر تکنولوژی غیرخنثی، تأثیر نحوه به‌کارگیری عوامل تولید (تکنیک تولید) را بر رشد بهره‌وری عوامل تولید نشان می‌دهد.

در نهایت برایند این سه عامل نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری عوامل تولید در طول زمان چقدر و چگونه تغییر کرده است[۲۰ و ۲۱].

[3] Scale Augmenting Effect on TFP
[4] Neutral Technological Effect on TFP
[5] Non Technological Effect on TFP
[6] Total Factor Productivity Growth

۴- نتایج تجربی

۴-۱- داده‌های مورد استفاده و خاصیت آماری آنها

داده‌های مورد نیاز در این تحقیق از گزارشهای قیمت تمام شده، صورتهای مالی، گزارشهای ارائه شده به بخشهای حسابداری و امور مالی و سایر واحدها به‌صورت فصلی استخراج شد.

کل هزینه تولید شرکت آب و فاضلاب شیراز شامل هزینه مواد اولیه، هزینه حقوق و دستمزد، هزینه سرمایه و هزینه سایر خدمات است.

هزینه سرمایه، مربوط به 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، فوق‌العاده‌ها، مزایای پایان خدمت و سایر مزایا می‌گردد که مطابق با قوانین کار و سازمان تأمین اجتماعی به آنها پرداخت می‌شود. هزینه سایر خدمات شامل هزینه حمل و اجاره ماشین‌آلات، اجاره محل، بنزین، گازوئیل و روغن وسایط حمل و نقل و هزینه‌هایی که توسط سایر قسمتها برای تولید و عرضه آب صورت می‌گیرد. هزینه مواد اولیه شامل آب خام و حق‌النظاره، مواد ضدعفونی کننده و برق مصرفی است، هزینه‌های آب خام شامل هزینه‌هایی است که برای استخراج آب از چاه پرداخت می‌شود و حق‌النظاره مربوط به هزینه آب خریداری شده از سد درودزن است که به سازمان آب منطقه‌ای فارس پرداخت می‌شود.

لازم به‌ذکر است که چون تمامی موارد هزینه به‌صورت اسمی در صورتهای مالی ثبت می‌شود با به‌کارگیری شاخص بهای عمده‌فروشی استخراج شده از ترازنامه بانک مرکزی و سالنامه آماری به قیمتهای ثابت سال ۱۳۷۶ واقعی شده‌اند.

در فرایند تولید، آب تنها محصول خروجی است. اطلاعات اخذ شده به دو صورت مقداری و ریالی است که در تابع هزینه کلیه اقلام تولیدی به‌صورت مقداری بر حسب متر مکعب آورده شد.

برای به‌دست آوردن قیمت سرمایه از نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی، نرخ استهلاک و نرخ تورم استفاده گردید که هزینه به‌کارگیری سرمایه عبارت از مجموع نرخ سود سپرده بلندمدت بانکی و نرخ استهلاک منهای نرخ تورم بود.

قیمت نیروی کار به‌صورت متوسط حقوق و مزایای پرداخت شده به کارکنان به‌ازای هر متر مکعب آب تولیدی تعریف شد، قیمت سایر خدمات از تقسیم هزینه سایر خدمات تعدیل شده بر مقدار آب تولیدی بر حسب متر مکعب به‌دست آمد و قیمت مواد اولیه نیز از تقسیم هزینه مواد اولیه بر مجموع مقدار مواد اولیه مصرفی بر حسب متر مکعب به‌دست آمد.

بررسی خاصیت آماری داده‌های استفاده شده (۱۳۷۸-۱۳۸۵) براساس آزمون‌های ریشه واحد دیکی‌فولر تعمیم یافته[1] حکایت از این دارد که برخی از متغیرها مانا و برخی دیگر نامانا بوده‌اند. بنابراین برای جلوگیری از مسئله رگرسیون کاذب، از آزمون هم جمعی انگل -گرنجر[2] استفاده گردید.

۴-۲- نتایج تخمین

بعد از گردآوری آمار و اطلاعات به برآورد سیستم معادلات پرداخته شد.

ضرایب الگوها با استفاده از تکنیک سیستم معادلات به‌ظاهر غیرمرتبط تکراری برآورد شد و برای رسیدن به برآوردی با حداکثر کارایی از روش رگرسیون‌های به‌ظاهر غیرمرتبط تکراری پی‌درپی[3] و به‌کارگیری بسته نرم‌افزاری Eviews5 استفاده گردید. به‌منظور دستیابی به مناسب‌ترین تخمین، پس از برآوردهای اولیه، آن دسته از پارامترهایی که از نظر آماری و از دیدگاه تئوری‌های اقتصادی فاقد علامت صحیح هستند از مدل حذف و سپس مدل مقید برآورد شد. مدل مقید برآورد شده از نظر میزان تأثیر ضرایب حذف شده بر معناداری سایر ضرایب بررسی گردید و سپس با به‌کارگیری آزمون والد[4] صحت و یا عدم صحت حذف ضرایب و به تعبیری اعتبار آماری الگوی مقید تعیین شد[۸، ۱۸، ۲۲-۲۶].

پارامترهای حذف شده در این مدل β_{TL} و β_{TM} و β_{TS} هستند. نتایج حاصل از آزمون والد، در حقیقت رد فرض H_0 را نشان می‌دهد به این معنی که حذف این پارامترها از الگو پذیرفته می‌شود.

نتایج حاصل از برآورد تابع هزینه ترانس‌لاگ در جدول ۱ آورده شده است. مقدار $D.W = ۱/۹۰ ، R^2 = ۰/۹۹$ به‌دست آمده است که حاکی از قدرت بالای توضیح‌دهندگی الگو است. اکثر ضرایب از علامت مورد انتظار برخوردارند و در سطح بیش از ۹۵درصد معنادار هستند. از آنجا که در تابع از فرم لگاریتمی متغیرها استفاده شده است، ضرایب نشان دهنده کشش هستند. با توجه به اینکه ضرایب β_M و β_S کوچک‌تر از واحد هستند هزینه نسبت به قیمت این عوامل بی‌کشش است. همچنین ضریب β_L مثبت و بزرگ‌تر از یک حاکی از حساسیت بالای هزینه نسبت به قیمت نیروی کار است. مثبت بودن ضریب α_Q بیانگر این است که با فرض ثابت ماندن سایر شرایط، افزایش تولید منجر به افزایش کل هزینه‌های تولید می‌شود. تفسیر مستقیم تمامی پارامترهای برآورد شده معمولاً در چارچوب تکنولوژی ترانس‌لاگ امکان‌پذیر نیست، بنابراین تفاسیر در قالب شاخصهای استاندارد اقتصادی نظیر

[1] Adjustment Dickey-Fuller Test (ADF)
[2] Engle-Granger Test
[3] Sequential Iterative Seemingly Unrelated Regression (SISUR)
[4] Wald Test

جدول۱- مقادیر پارامترهای حاصل از برآورد الگو

پارامتر	مقدار برآورد شده	آماره t	خطای استاندارد
α_0	-۱۴۸/۶۰۱	-۵/۴۵۷	۲۷/۲۲۹
α_Q	۳۰/۱۱	۵/۵۹۱	۵/۳۸۵
α_{QQ}	-۲/۸۲۹	-۵/۳۰۹	۰/۵۳۳
β_L	۱/۳۲۱	۹/۲۸۱	۰/۱۴۲
β_M	۰/۴۹۵	۴/۰۹۲	۰/۱۲۱
β_S	۰/۵۶۷	۴/۵۸۱	۰۱۲۴
$^*\beta_K$	-۱/۳۸۳	-	-
β_{LL}	۰/۱۷	۲۹/۱۱۶	۰/۰۰۵
β_{MM}	۰/۱۶۹	۴۹/۴۱۷	۰/۰۰۳
β_{SS}	۰/۱۳۶	۱۲/۶۵۸	۰/۰۱۱
$^*\beta_{KK}$	-۰/۹۵۷	-	-
β_{LM}	-۰/۱۰۱	-۲۷/۶۸۳	۰/۰۰۴
β_{LS}	-۰/۰۷۱	-۱۰/۰۴۳	۰/۰۰۷
$^*\beta_{LK}$	۰/۰۰۲		
β_{MS}	-۰/۰۶۹	-۱۴/۲۹۲	۰/۰۰۴
$^*\beta_{MK}$	۰/۰۰۱	-	-
$^*\beta_{SK}$	۰/۰۰۴	-	-
δ_{LQ}	-۰/۰۴۲	-۳/۷۹۷	۰/۰۱۱
δ_{MQ}	-۰/۰۳۷	-۳/۶۹۰	۰/۰۱
δ_{SQ}	-۰/۰۵۲	-۴/۶۲۷	۰/۰۱۱
$^*\delta_{KQ}$	۰/۱۳۱	-	-
θ_T	-۰/۲۵۲	-۴/۰۸۹	۰/۰۶
θ_{TT}	-۰/۰۰۰۷	-۵/۷۸۴	۰/۰۰۰۱
α_{TQ}	۰/۰۲۶	۴/۲۷۶	۰/۰۰۶
R^2=۰/۹۹		D.W=۱/۹۰	

*پارامترهایی هستند که به‌طور غیرمستقیم و با استفاده از قیود همگنی محاسبه شده‌اند.

صرفه‌های ناشی از مقیاس، بازدهی نسبت به مقیاس، تغییرات تکنولوژیکی و رشد بهره‌وری عوامل تولید صورت می‌پذیرد. به‌منظور حصول اطمینان از نتایج به‌دست آمده، لازم است فرضهای مربوط به جملات اخلال آزمایش شود. مهم‌ترین مواردی که باید آزمون شوند، آزمون نرمال بودن و ناهمسانی واریانس جملات اخلال و آزمون ریشه واحد جملات اخلال هستند. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد جملات اخلال، پایا بودن جملات اخلال سیستم معادلات را تأیید می‌کند. بنابراین بدون نگرانی از مسئله رگرسیون کاذب، می‌توان کلیه معادلات را با روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتبط تکراری تخمین زد. به عبارتی ضرایب حاصل از برآورد سیستم، ضرایبی هستند که دقیقاً رفتار موجود بین متغیرها را نشان می‌دهند.

۴-۳- آزمون پایداری ضرایب

به‌منظور بررسی ثبات ساختاری معادله هزینه ترانس‌لاگ و معادلات سهم تقاضا از آزمون‌های مجموع انباشت پسماندهای برگشتی[1] و مجموع انباشت مربعات پسماندهای برگشتی[2] استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون ثبات ساختاری نشان می‌دهد، مجموع انباشت پسماندهای برگشتی، از کرانه‌های تعیین شده در سطح معناداری۵ درصد عبور نکرده و فرضیه صفر (یعنی تصریح صحیح معادله رگرسیون) رد نشده است که حاکی از ثبات ضرایب برآورد شده در طی مدت مورد بررسی می‌باشد.

۴-۴- آزمون نرمال بودن جملات اخلال (جارک - برا[3])

یکی از آزمون‌هایی که روی اجزای اخلال معادله هزینه ترانس‌لاگ و معادلات سهم تقاضا صورت می‌گیرد، آزمون نرمال بودن جملات اخلال است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در مورد مقدار آماره جارک- برا، مقدار احتمالات مربوطه، مقدارکشیدگی و چولگی، فرض نرمال بودن جملات خطا را در مورد معادلات مذکور در سطح معناداری ۵ درصد نمی‌توان رد کرد.

۴-۵- آزمون همسان بودن واریانس جملات اخلال

برای بررسی بود یا نبود مشکل ناهمسانی واریانس در معادله هزینه ترانس‌لاگ و معادلات سهم تقاضا از آزمون آرچ LM[4] استفاده شد. با توجه به نتایج آزمون دو آماره F و obs*R Squared و احتمالات مربوطه، فرض ناهمسان بودن جملات خطا در مورد معادلات مذکور را در سطح معناداری ۵ درصد می‌توان رد کرد.

۴-۶- بررسی صرفه‌های ناشی از مقیاس و بازده نسبت به مقیاس[5]

انتخاب اندازه مناسب بنگاههای جدید یا توسعه بنگاههای موجود در یک صنعت می‌تواند با توجه به امتیازات مقیاس صورت گیرد. از آنجایی که هزینه بنگاهها در مقیاسهای مختلف تولید متفاوت است، انتخاب مناسب مقیاس و ظرفیت در اقتصادی بودن تولید مهم است.

$$ECS = \varepsilon_{cq} = \frac{\partial LnTC}{\partial LnQ} = \alpha_Q + \alpha_{QQ}LnQ + \delta_{LQ}LnP_L + \delta_{KQ}LnP_K + \delta_{MQ}LnP_M + \delta_{SQ}LnP_S + \alpha_{TQ}T \quad (۱۷)$$

$$ECS = \varepsilon_{Cq} = ۱/۵۲۲۵$$

[1] Cumulative Sum of Recursive Residuals (CUSUM)
[2] Cumulative Sum of Recursive Residuals Residuals (CUSUMSQ)
[3] Jargue-Bera
[4] Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity LM Test (ARCH LM)
[5] Economies of Scale

$$RTS = \frac{1}{\varepsilon_{cq}} = ۰/۶۵۷$$

طبق نتایج به‌دست آمده کشش هزینه نسبت به تولید در سطح میانگین برابر ۱/۵۲۲۵ و شاخص بازدهی نسبت به مقیاس برابر ۰/۶۵۷ است. نتایج حاصل از محاسبات انجام شده بیان کننده این مطلب است که بنگاه مورد نظر با زیان‌های ناشی از مقیاس مواجه است. به‌عبارتی منحنی هزینه در ناحیه صعودی، متوسط عمل می‌کند و با افزایش سطح تولید، هزینه متوسط افزایش می‌یابد در نتیجه این شرکت دارای بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس تولید است که این برخلاف شرط وجودی انحصار طبیعی است.

پیدا کردن دقیق علت این پدیده به اطلاعات وسیع‌تری نیاز دارد که دسترسی به آنها امکان‌پذیر نیست. عللی که با توجه به مدل حاضر می‌توان ارائه نمود عبارت‌اند از: وسعت زیاد شبکه در یک مجموعه شهری، پهناور بودن شهر شیراز و التزام این شرکت به خدمات‌رسانی به مناطقی با خصوصیات متفاوت از نظر تراکم مشترکان و خصوصیات جغرافیایی که تخصیص بهینه منابع را با مشکل مواجه می‌سازد، همچنین فرسودگی تجهیزات و خطوط آبرسانی باعث گردیده این شرکت در ناحیه بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس فعالیت کند.

۴-۷- شاخص تغییرات تکنولوژی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده [1]

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 مطرح می‌شود. تغییرات تکنولوژی ممکن است باعث کاهش و یا افزایش در رشد هزینه‌ها شود که این امر حاکی از کارایی یا عدم کارایی تکنولوژی انتخاب شده در بنگاه و یا صنعت مورد نظر است.

نتایج حاصل از محاسبات نرخ رشد تغییرات تکنیکی در جدول ۲ ارائه شده است. اثر تکنولوژیکی کل عوامل تولید ۰/۰۰۰۳- بوده است، یعنی تکنولوژی مورد استفاده در راستای کاهش رشد هزینه‌های تولیدی عمل کرده است. بسط مقیاس در طول دوره مورد مطالعه از اثری مثبت برخوردار است که با توجه به بازده نزولی نسبت به مقیاس، افزایش تولید باعث افزایش هزینه‌ها در طول زمان می‌شود. منفی بودن تغییرات تکنولوژیکی خنثی به این مفهوم است که بدون اینکه تغییری در نسبت استفاده از عوامل تولید ایجاد شود، با استفاده از دانش و مهارتهای فنی و آموزش نیروی کار در زمینه‌های لازم، سطح تولید، افزایش و به‌عبارتی هزینه‌های تولید کاهش یافته است. مقدار تغییرات تکنولوژیکی غیرخنثی برابر با صفر است به این معنی که تغییر تکنیک تولید، هزینه‌های تولید را تغییر نمی‌دهد.

جدول ۲- اثر تغییرات تکنیکی به تفکیک عوامل تعیین‌کننده در سطح میانگین

شاخص	مقادیر محاسباتی
اثر تکنولوژیکی کل عوامل تولید	۰/۰۰۰۳-
اثر بسط مقیاس	۰/۲۶۵۳
اثر تکنولوژی خنثی	۰/۲۶۵۶-
اثر تکنولوژی غیرخنثی	۰

۴-۸- محاسبه شاخص رشد بهره‌وری عوامل تولید به تفکیک عوامل تعیین‌کننده [2]

مهم‌ترین تنگنایی که در حال حاضر در اغلب فعالیتهای اقتصادی و صنعتی جلب نظر می‌کند، کمبود منابع تولید اعم از نیروی انسانی متخصص، منابع فیزیکی و مالی است. در چنین شرایطی تخصیص بهینه منابع تولید از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و توجه اساسی به ارتقای رشد بهره‌وری عوامل تولید، الزامی می‌کند.

مقادیر محاسبه شده برای رشد بهره‌وری و عوامل تعیین‌کننده آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳- اثر تغییرات رشد بهره‌وری به تفکیک عوامل تعیین‌کننده در سطح میانگین

شاخص	مقادیر محاسباتی
رشد بهره‌وری کل عوامل تولید	۰/۰۰۰۲
اثر بسط مقیاس	۰/۱۷۴۲-
اثر تکنولوژی خنثی	۰/۱۷۴۴
اثر تکنولوژی غیرخنثی	۰

شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در طول دوره مورد مطالعه حاکی از آن است که به‌طور متوسط شرکت دارای رشد بهره‌وری بود. بسط مقیاس به‌طور متوسط اثری منفی روی رشد بهره‌وری عوامل تولید دارد که با توجه به بازده نزولی نسبت به مقیاس، افزایش تولید باعث کاهش بهره‌وری عوامل تولید می‌شود. با توجه به مقدار محاسباتی اثر تکنولوژی خنثی، این شاخص اثری مثبت روی رشد بهره‌وری در طول دوره مورد مطالعه دارد. بنابراین ارتقای مؤلفه‌های کیفی و از جمله آموزش نیروی انسانی و نیروهای تخصصی، نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری عوامل تولید دارند.

[1] Technical Change Index

[2] Total Factor Productivity Growth

مقدار تغییرات تکنولوژیکی غیرخنثی برابر با صفر است به این معنی که تغییر تکنیک تولید، تأثیری روی رشد بهره‌وری عوامل تولید ندارد.

۵- نتیجه‌گیری

۱- نتایج حاکی از وجود بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس و عدم صرفه‌های ناشی از مقیاس در شرکت آب و فاضلاب شیراز بود که می‌تواند ناشی از پهناور بودن شهر شیراز و التزام این شرکت به خدمات‌رسانی به مناطقی با خصوصیات متفاوت از نظر تراکم مشترکان و خصوصیات جغرافیایی، مالکیت دولتی و نبود محیط رقابتی باشد که تخصیص بهینه هزینه را با مشکل مواجه می‌کند. همچنین فرسودگی تجهیزات و خطوط آبرسانی باعث گردیده این شرکت در ناحیه بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس، فعالیت کند. تقسیم شبکه آبرسانی به ابعاد کوچک‌تر برای سوق دادن آنها به سمت مقیاس بهینه تولید و به‌کارگیری تجهیزات جدید و بازسازی خطوط آبرسانی فرسوده می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش هزینه شرکت مزبور داشته باشد.

۲- شاخص پیشرفت تکنولوژی نشان دهنده تأثیر تغییرات تکنولوژیکی بر تابع هزینه است. بر اساس نتایج، این شاخص عددی منفی بوده که حاکی از کاهش هزینه کل در نتیجه پیشرفت تکنولوژیکی و یا افزایش متغیر روند بود. نتایج به‌تفکیک نیز نشان می‌دهند که بسط مقیاس، اثری منفی و تکنولوژی خنثی، اثری مثبت بر کاهش هزینه‌های تولید دارد و تکنولوژی غیرخنثی بی‌تأثیر است. به این تعبیر که تغییر تکنیک، تولید هزینه‌های تولید را تغییر نمی‌دهد. بسط غیربهینه اندازه شبکه ارائه خدمات منجر به اثر منفی بسط مقیاس روی هزینه‌های تولید گردید. همچنین استفاده از دانش و مهارتهای فنی و آموزش نیروی کار در زمینه‌های لازم اثر مثبت تکنولوژی خنثی روی هزینه‌های تولید را درپی داشت. بنابراین پیشنهاد می‌شود با آموزش نیروی انسانی شرایط را برای استفاده بهینه از تکنولوژی‌های جدید مهیا کند.

۳- شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید حاکی از آن است که شرکت به‌طور متوسط دارای رشد بهره‌وری بود. بسط مقیاس دارای تأثیر منفی بر رشد بهره‌وری عوامل تولید و تکنولوژی خنثی اثر مثبت بر رشد بهره‌وری عوامل تولید دارد. بنابراین ارتقای مؤلفه‌های کیفی و از جمله آموزش نیروی انسانی و نیروهای تخصصی با استفاده از شاخص تکنولوژی خنثی نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری عوامل تولید دارند. شاخص تکنولوژی غیرخنثی برابر صفر است به این معنا که تغییر تکنیک تولید، تأثیری روی رشد بهره‌وری عوامل تولید ندارد.

۶- مراجع

1- Baumol, W.J., Bailey, E.E., and Willig, R.D. (1977). "Weak invisible hand theorems on the sustainability of multiproduct natural monopoly." *American J. of Economic Review*, 67, 350-365.

2- Martinez-Espineira, R. (2000). "Residential water demand in the northwest of Spain." < http: //www.soc .uoc.gr /calendar/2000EAERE /papers/PDF/d1-espineira .pdf> (March 28, 2007).

3- Garcia, S., and Reynaud, A. (2004). " Estimating the benefit of efficient in France." *J. of Resource and Energy Economics*, 26, 1-25.

4- Urakami, T. (2004). "The effect of subsidies on the cost structure of Japanese water supply organization." <http://ideas .repec.org/p/wiw/ wiwersa /ersa04p260. html > (Feb. 25, 2007).

5- Coelho Faria, R., Da Silva Souza, G., and Belchior Moreira, T. (2005). "Public versus private water utilities: Empirical evidence for Brazilian companies." *J. of Economics Bulletin*, 8, 1-7.

6- Martins, R., and Fortunato, A., and Coelho, F. (2006). "Cost structure of the Portuguese water industry: A cubic cost function application." < http:// gemf. Fe. Uc. Pt> (July 8, 2008).

7- Kostas, B., and Chrysostomos, S. (2006). "Estimating urban residential water demand determinants and forecasting water demand for Athens metropolitan area, 2000-2010." *South-Eastern Europe J. of Economics,* 1, 47-59.

8- Nauges, C., and Van den Berg, C. (2007). "How natural are natural monopolies in the water supply and sewerage sector? Case studies from development and transition economics." < http:// econ.worldbank.org> (Dec. 18, 2007).

9- Kolahi, R. (1992). "Estimation of the demand for water case of Shiraz 1972-1990." M.Sc. Thesis, Shiraz University, Iran. (In Persian)

10- Rahmati, E. (2001). "An Analysis of the cost structure: The case of sarcheshme copper." M.Sc. Thesis, Shiraz University, Iran. (In Persian)
11- Salehnia, N., Fallahi, M.A., Ansari, H., and Davari, K. (2007). "Study of municipal drinking water tariffs and its effect on water consumption pattern, case study: City of Neyshabour." *J. of Water and Wastewater*, 63, 50-59. (In Persian)
12- Sabouhi, M., and Noubakhat, M. (2009). "Estimating the water demand function of Pardis city." *J. of Water and Wastewater,* 70, 60-74. (In Persian)
13- Erkkila, J. (1990). "Economic information about ironmaking." *J. of Applied Economic*, 27, 1335-1353.
14- MC Geehan, H. (1993). "Rialway costs and productivity growth." *J. of Transport Economics and Policy,* 11, 19-35.
15- Iimi, A. (2008). "(UN) Bundling public-private partnership contract in the water sector: Competition in auctions and economics of scale in operation." Policy Research WorkingPaper4459.<http://www-wds.worldbank.org/external/defaultyWDSC ontentServer/ WDSP/IB2008/01/02/ 000158349-0102105731/Rendered /PDF/ WPS4459 .pdf> (April. 21, 2008).
16- Tsekouras, K.D., and Zagouras, N.G. (1998). "A cost function of Greek non ferrous metal industry." *Int. J. of Production Economics*, 56, 621-640.
17- Link, H. (2004). "An econometric analysis of motorway renewal costs in Germany." *J. of Transportation Research Part A*, 40, 19-34.
18- Chen, C., and Tong Soo, K. (2007). "Cost structure and productivity growth of the Taiwanese international tourist hotels." *J. of Tourism Management,* 28, 1400-1407.
19- Falahi, M.A., Ahmadi, V. (2006). "Measuring cost efficiency of electricity distribution companies in Khorasan province." *Iranian Economic Research*, 28, 123-138
20- Bagmaz, A. (2001). "Estimation of cost function and productivity growth in the airline of Islamic Republic of Iran, (HOMA)." M.Sc. Thesis, Shiraz University, Iran. (In Persian)
21- Berndt, E.R. (1991). *The practice of econometrics: classic and contemporary*, 4th Ed., Addison-Wesley Pub. Co., California.
22- Al-Mutairi, N., and Burney, N.A. (2002). "Factor substitution, and economies of scale and utilisation in Kuwait's Crude Oil Industry." *J. of Energy Economics*, 24, 337-354.
23- Ma, H., Oxley, L., Gibson, J., and Kim, B. (2008). "China's energy economy: Technical change, factor demand and interfactor/interfuel substitution." <http://Web.uvic.ca/econ/research/seminars/oxley.pdf> (June 5, 2008)
24- Van Cayseele, P., and Wuyts, C. (2007). "Cost efficiency in the European securities settelment and depository industry." *J. of Banking and Finance*, 31, 3058-3079.
25- Kopsakangas-Savolainen, M., and Svento, R. (2008). "Estimation of cost-effectivness of the finnish electricity distribution utilities." *J. of Energy Economics*, 30, 212-229.
26- Marzban, H., Akbarian, R., and Ghasemi, A. (2005). "An Investigation of the Iranian thermal electric power generation demand for fuels and their substitutability." *J. of Economic Research,* 5(16), 51-74.