Macroeconomics Research Letter

Volume 18. Issue 39. Autumn. 2023. Pages 7 to 30.

Research Paper

Iran's Food Industry Value-Added Growth Accounting: The Endogenous Growth Theory Approach

Elaheh Farivar Tanha[1], Mehdi Fathabadi[*2], Mahmood Mahmoodzadeh[3], Masood Soufimajidpour[4]

[1] Ph.D. Student, Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
E-mail: drfarivartanha@gmail.com
[2] Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
E-mail: fathabadi.mehdi@iau.ac.ir
[3] Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
E-mail: Ma.Mahmood@iau.ac.ir
[4] Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.
E-mail: masoud.soufimajidpour@iau.ac.ir

10.22080/IEJM.2023.24934.1951

Received:
January 28, 2023
Accepted:
August 5, 2023
Available online:
January 17, 2024

Keywords:
Growth Accounting, Total Productivity, Efficiency-embedded Technology, Capital-embedded Technology, Food Industry.
JEL Classification:
D24, O14, O47.

Abstract

The purpose of this study is to account for the value-added and total factor productivity (TFP) growth of 17 food and beverage industries with the classification of two-digit ISIC by the endogenous growth theory approach in the period of 2003 to 2019. The results of the research showed that in the production process, the labor force and capital stock are complementary and the yield trend is upward relative to the scale, which is compatible with the endogenous growth theory. The analysis of value-added growth indicated that classical production inputs (capital stock and labor force) play a dominant role in the growth of food and beverage industries. However, a considerable portion of their contribution to the value-added growth is due to the mix with technology. The findings showed that technology has affected the productivity of the labor force more than the productivity of capital stock and on this basis, the share of labor force-embedded technology in value-added growth is high and the share of capital-embedded technology is low. In addition, the traditional growth accounting method in estimating the share of total productivity is associated with an underestimation error, and in the new growth accounting theory, the contribution of free technology to growth is significant.

*Corresponding Author: Mehdi Fathabadi
Address: Faculty of Humanities, Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University
Email: fathabadi.mehdi@iau.ac.ir
Tel: +989122373671

Extended Abstract

1. Introduction

Solow's standard growth accounting approach (1956) considers two factors, including the contribution of changes in classical production inputs (labor force and capital stock) and the residual. The Solow's residual is the portion of an economy's output growth that cannot be attributed to the accumulation of capital and labor. It is not explained by changes in production inputs, and it is usually measured by the increase in total factor productivity (TFP), which also represents technological progress. Therefore, growth accounting seeks to answer the question that the production growth of an economy is due to changes in available production input and technology. Growth accounting is a popular tool to measure the contribution of different economic drivers to economic growth through their impact on TFP growth.

Using endogenous growth theory, a production function is defined by variable coefficients in this paper that allows a varying coefficient production function to reflect the quality change of inputs without the restriction of constant returns to scale. Then, TFP is decomposing into input-embedded productivity and input-free productivity. Therefore, new growth accounting can evaluate various channels through which the growth drivers affect economic growth, including their effects on input quantity, input quality, and input-free productivity, which is unidentified in standard growth accounting.

2. Method

The weakness of standard growth accounting is the constant assumption of input elasticity. To overcome this shortcoming, Hastie and Tibshirani (1993) proposed the varying coefficient model, in which the coefficients of the non-parametric function are threshold variables. Then, the stochastic frontier model, which was proposed by Aigner et al (1977) and Meeusen and Van den Broeck (1977), was estimated in this study. This model measures the optimal relationship between inputs and production over time. After estimating the coefficients, production growth can be decomposed by the following form:

$$\dot{y}_{it} = \sum_{k=1}^{p} \left(\beta_{it}^{k}\, x_{it}^{k} - \beta_{i,t-1}^{k}\, x_{i,t-1}^{k}\right) + I\dot{F}P_{it} + \dot{v}_{it} \qquad (1)$$

IFP_{it} measures the input-free productivity growth for period i at time t. Also, to decompose productivity related to inputs, $\beta_{it}^{k}\, x_{it}^{k} - \beta_{i,t-1}^{k}\, x_{i,t-1}^{k}$, both sides of equation (1) are divided by $\dot{y}_{it}$. Thus new growth accounting is achieved as follows:

$$1 = \underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\dot{x}_{it}^{k}(\beta_{it}^{k} + \beta_{i,t-1}^{k})}{2\dot{y}_{it}}\right]}_{\text{Input Quantity}} + \underbrace{\underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\dot{\beta}_{it}^{k}(x_{it}^{k} + x_{i,t-1}^{k})}{2\dot{y}_{it}}\right]}_{\text{input-embedded productivity}} + \underbrace{\frac{I\dot{F}P_{it}}{\dot{y}_{it}}}_{\text{input-free productivity}}}_{\text{Total Factor Productivity}} + \underbrace{\frac{\dot{v}_{it}}{\dot{y}_{it}}}_{\text{residual}} \qquad (2)$$

The four parts on the right-hand side of equation (2) are the contributions of changes in input quantities, input-embedded productivity, input-free productivity, and residuals, respectively. For comparison, the standard growth accounting model has the following form:

$$1 = \underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\beta_{it}^{k}\dot{x}_{it}^{k}}{\dot{y}_{it}}\right]}_{\text{input quantity}} + \underbrace{\frac{T\dot{F}P_{it}}{\dot{y}_{it}}}_{\dot{TFP}} + \underbrace{\frac{\dot{v}_{it}}{\dot{y}_{it}}}_{\text{residual}} \qquad (3)$$

β_{it}^{k} in equation (3) is the conventional coefficient of the input that is fixed across sections and over time.

3. Results

Estimating the stochastic frontier model with varying coefficient models indicated that the return to scale changed slightly until 2013. It seems that the return to scale decreased until 2012 and then increased and reached a constant return to scale (Chart 1).

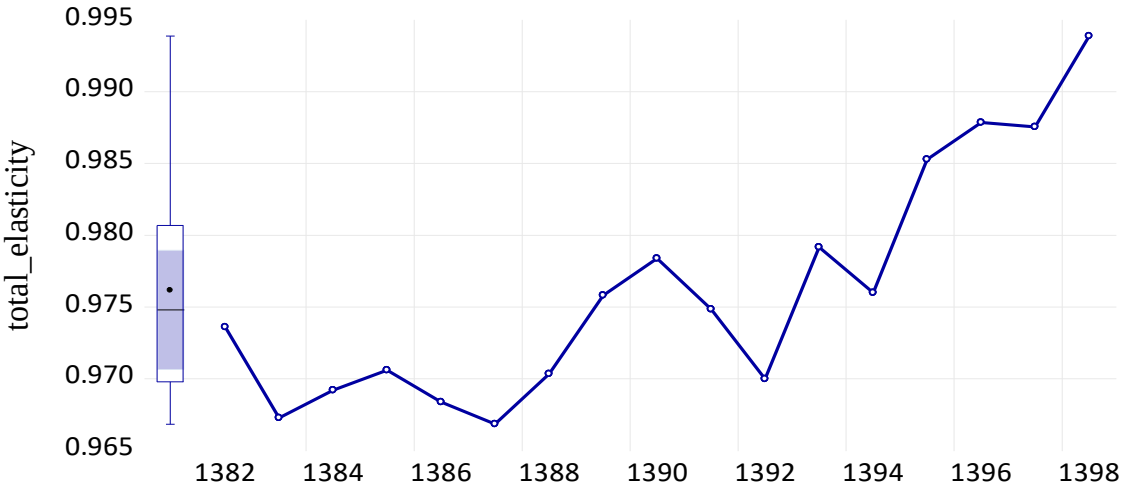


Chart 1: The return to scale trend in Iran's food industries, 2003-2019

In the next step, the results of technical efficiency (TE) showed that the average TE of Iran's food industries is 78.4%, which is 21.6% away from the efficient frontier. At the leading edge, the level of efficiency has gradually increased and reached 93.8% in 2019. Technological progress has also increased slowly annually and has grown by an average of 0.3%.

Iran manufacturing Industries' value-added growth accounting findings from applying a new growth accounting approach show that the average contribution of inputs to growth (ignoring technology) is %74.3. The contributions of capital and labor are 53% and 21.3%, respectively. The ratio of these inputs in standard growth accounting is 94.8% and the average value-added growth is %6.7.

The results also show that the average ratio of input-embedded productivity in the growth of industries is about 8.1%. The

contribution of capital-embedded productivity is 2% and the contribution of labor-embedded productivity is 6.1%. Therefore, technology is more manifested in labor. The IFP-free productivity ratio is 21.9%, which is due to two factors of technical efficiency change and technological progress.

4. Conclusion

This study aims to answer the question of how technology contributes and what role it plays in the production of manufacturing industries. There are two approaches to answering this question: using standard growth accounting or new growth accounting. Using endogenous growth theory and the induced innovation theory with the benefit of the stochastic frontier model with varying coefficients allowed changing the quality of inputs in the growth accounting method. The growth accounting method outperforms standard growth accounting because it allows monitoring the importance of technology through which the technology affects growth from two paths of impact on inputs (labor-embedded and capital-embedded) and input-free productivity.

New growth accounting is adopted to study the economic growth of Iran's manufacturing industries using a balanced panel of 17 ISIC two-digit code food industries from 2003 to 2019. Results show that, on the one hand, labor is complementary to capital in the production process, which is consistent with the induced innovation theory, and on the other hand, there is an increasing trend of returns to scale, which is consistent with the endogenous growth theory. The decomposition of the value-added growth showed that inputs (capital and labor) still play a dominant role. However, part of their contribution to the growth of added value is because of the presence of technology. The findings showed that technology has been manifested more in the productivity of manpower and work-augmenting technology has made an important contribution to the growth of the added value of Iran's manufacturing industries. The new growth accounting method showed that technology impacts input productivity (capital and labor) and plays an important role in input-free productivity.

Funding

There is no funding support.

References

Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of econometrics, 6(1), 21-37.

Hastie, T., & Tibshirani, R. (1993). Varying-coefficient models. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 55(4), 757-779.

Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. International economic review, 435-444.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest

پژوهشنامه اقتصاد کلان
Macroeconomics Research Letter
دوره ۱۸ شماره۳۹ پاییز ۱۴۰۲. صفحات ۷ تا ۳۰.

علمی

حسابداری رشد ارزش افزوده صنایع غذایی ایران: رهیافت نظریه رشد درون‌زا

الهه فریور تنها[۱]، مهدی فتح آبادی[۲*]، محمود محمودزاده[۳]، مسعود صوفی مجیدپور[۴]

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، ایمیل:drfarivartanha@gmail.com
[۲] استادیار گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، ایمیل : fathabadi.mehdi@iau.ac.ir
[۳] دانشیار گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، ایمیل: Ma.Mahmood@iau.ac.ir
[۴] استادیار گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، ایمیل: masoud.soufimajidpour@iau.ac.ir

10.22080/IEJM.2023.24934.1951

تاریخ دریافت:
۰۸ بهمن ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش:
۱۴ مرداد ۱۴۰۲
تاریخ انتشار:
۲۲ دی ۱۴۰۲

کلیدواژه ها:
حسابداری رشد، بهره‌وری کل، فناوری کارافزا، فناوری سرمایه‌افزا، صنایع غذایی.

طبقه‌بندی:
D24 ،O14 ،O47.

چکیده

هدف این مقاله حسابداری رشد ارزش افزوده و بهره‌وری ۱۷ صنعت غذایی و آشامیدنی با طبقه بندی آیسیک دورقمی با رهیافت نظریه رشد درون‌زا در دوره ۹۸-۱۳۸۲ است. نتایج این پژوهش نشان داد در فرآیند تولید، نیروی‌کار و موجودی سرمایه مکمل بوده و روند بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است که با نظریه رشد درونزا سازگار است. تجزیه رشد ارزش افزوده نشان داد که نهاده‌ها (سرمایه و نیروی کار) نقش مسلط در رشد این صنایع دارند. با این وجود بخش قابل توجهی از مشارکت آن‌ها در رشد ارزش افزوده بدلیل آمیختگی با فناوری است. یافته‌ها نشان داد فناوری، بر بهره‌وری نیروی‌انسانی بیش از بهره‌وری موجودی سرمایه تاثیر گذاشته و بر این مبنا، سهم فناوری کارافزا در رشد اقتصادی بالا بوده و سهم فناوری سرمایه‌افزا اندک است. افزون بر این، روش سنتی حسابداری رشد در برآورد سهم بهره‌وری کل با خطای کم‌برآوردی همراه است، و اینکه در چارجوب نظریه حسابداری رشد جدید، سهم فناوری مستقل از رشد قابل ملاحظه است.

** این مقاله مستخرج از رساله دکتری میباشد که در گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه به انجام رسیده است.

* **نویسنده مسئول:** مهدی فتح آبادی
آدرس: دانشکده علوم انسانی، گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران.
ایمیل: fathabadi.mehdi@iau.ac.ir
تلفن: ۰۹۱۲۲۳۷۳۶۷۱

۱ مقدمه

پارادایم جدید «انقلاب صنعتی چهارم»[1] در کشورهای توسعه یافته به سرعت در حال گسترش است. در یک دهه گذشته چندین برنامه ملی، در چارچوب این پارادایم برای افزایش بهره‌وری حوزه‌های صنعتی تدوین گردیده است. در میان صنایع، صنعت مواد غذایی و آشامیدنی نقش غیرقابل انکاری در اقتصاد داشته و به همین دلیل بسیاری از کاربردهای انقلاب صنعتی چهارم به این صنعت مربوط می‌شود(کلیراند و همکاران[2]، ۲۰۲۰؛ کودان و همکاران[3]، ۲۰۲۰؛ کونار و همکاران[4]، ۲۰۲۱). تا آنجا که به مزایای معرفی فناوری‌های فعال‌کننده صنعت ۴٫۰ مربوط می‌شود، تعدادی از مطالعات بر مزایای اقتصادی اجرای مفاد انقلاب صنعتی چهارم از نقطه نظر فناوری‌های موثر بر این پارادیم تاکید کرده‌اند(بادر و رحیم‌فرد[5]، ۲۰۲۰؛ فن‌گیست و همکاران[6]، ۲۰۲۱). در این میان، بسیاری از مقررات ملی و بین‌المللی تعهد شرکت‌ها به اتخاذ استراتژی‌های پایدار را برجسته می‌کنند. به منظور کمک برای دستیابی به توسعه پایدار، از سه رکن اصلی یعنی رکن اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی یاد می‌شود، که در این میان صنعت مواد غذایی و آشامیدنی به عنوان یکی از تاثیرگذارترین صنایع در هر سه بعد پایداری می‌باشد(بالدینی و همکاران[7]، ۲۰۱۸).

برای دستیابی به توسعه پایدار، بهره‌وری صنایع نقش بسیار مهمی دارد. امروزه اهمیت بهره‌وری و لزوم بررسی آن با توجه به گسترش سطوح رقابت، پیچیدگی فناوری، تنوع سلیقه‌ها، کمبود منابع، و سرعت تبادل اطلاعات بر کسی پوشیده نیست. بهره‌وری واژه‌ای است که هم در سطح کلان و هم در سطح خرد مطرح بوده که از بهره‌وری کل تا بهره‌وری جزئی را شامل می‌شود. شکوفایی اقتصاد یک کشور در پرتو بهره‌وری بالای منابع آن ممکن بوده، لذا تا نقش بهره‌وری به درستی مشخص و درک نشده و شیوه‌های به کارگیری و بهبود آن شناسایی نگردد، بی‌گمان به درستی نمی‌توان از آن بهره جست(ابطحی و کاظمی، ۱۳۷۹). صنعت مواد غذایی و آشامیدنی در ایران نیز از این قاعده مستثناء نبوده و نقش بسزایی در رشد اقتصادی ایران دارد. بنابر نتایج طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر که مرکز آمار ایران منتشر نموده است، در سال ۱۳۹۸ از کل صنایع کارخانه‌ای، ۱۸/۴ درصد در حوزه مواد غذایی و آشامیدنی فعال بوده که سهم ۱۲/۷ درصدی از ارزش افزوده ایجاد شده در میان تمامی صنایع کارخانه‌ای به خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین حدود ۱۸ درصد از کل اشتغال صنایع کارخانه‌ای کشور در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی بوده و سهم ۳/۹ درصدی از ارزش صادرات صنایع کارخانه‌ای به صنعت مواد غذایی و آشامیدنی داشته‌اند(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۸). با توجه به این موارد، بررسی مطالعات موجود در ادبیات علمی برای درک بهتر چگونگی ارزیابی سه رکن پایداری در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی مفید خواهد بود. در این مقاله جنبه اقتصادی ارکان پایداری مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. بدین منظور، به کمک نظریه رشد اقتصادی درون‌زا، یک تابع تولید با ضرایب متغیر تصریح می‌گردد تا امکان اندازه‌گیری تغییر بهره‌وری عوامل تولید(نیروی کار و سرمایه) را بدون محدودیت بازده ثابت نسبت به مقیاس به وجود آورد. سپس رشد بهره‌وری کل عوامل[8](TFP) با استفاده از روش حسابداری رشد اقتصادی به «رشد بهره‌وری نهاده‌افزا»[9] و «رشد بهره‌وری مستقل»[10] تجزیه می‌گردد. بدین‌منظور، این مقاله روش حسابداری رشد اقتصادی را برای ارزیابی رشد اقتصادی در ۱۷ صنعت مواد غذایی و آشامیدنی کد چهار رقمی ISIC را در دوره ۹۸-۱۳۸۱ به کار می‌گیرد. ادامه مقاله به صورت زیر

[1] . The Fourth Industrial Revolution (industry 4.0)
[2] . Clairand et al
[3] . Kodanet al
[4] . Konur et al
[5] . Bader & Rahimifard
[6] . Van Geest, et al
[7] . Baldini et al
[8] . Total Factor Productivity (TFP)
[9] . Input-embedded productivity
[10] . Input -free productivity

سازماندهی شده است. بخش بعدی به مرور ادبیات اختصاص دارد. در بخش سوم روش‌شناسی حسابداری رشد جدید بیان می‌شود. در بخش چهارم داده‌ها توضیح داده می‌شوند. در بخش پنجم نیز به نتایج تجربی پرداخته شده و در بخش پایانی نتیجه‌گیری وبحث ارایه می‌شود.

۲ مرور ادبیات

روش حسابداری رشد فرآیندی رایج برای اندازه‌گیری سهم عوامل تولید از رشد اقتصادی است؛ که نخستین بار در قالب نظریه رشد برونزا توسط سولو(۱۹۵۶، ۱۹۵۷) و سوان[1](۱۹۵۶) معرفی شد. در ادامه بسیاری از محققان از این روش در مطالعات خود استفاده کردند(جورجینسون و استیرو[2]، ۲۰۰۰؛ جونز[3]، ۲۰۰۲؛ بای و ژانگ[4]، ۲۰۱۰).

حسابداری رشد استاندارد در قالب نظریه رشد برونزا

بسیاری از پژوهشگران از تابع تولید کلاسیک کاب-داگلاس برای حسابداری رشد استفاده کرده اند. (گالوپ و ساکس[5]، ۲۰۰۰؛ میلر[6]، ۲۰۰۲؛ دینینگر و جین[7]، ۲۰۰۵؛ هاموند و تامپسون[8]، ۲۰۰۸؛ پوپ و لافرانس[9]، ۲۰۱۳؛ شی و استفانو[10]، ۲۰۱۴، شنگ و همکاران[11]، ۲۰۱۹). این تابع تولید عبارت است از؛

$$y_{it} = a_{it} + \beta k_{it} + (1-\beta) l_{it} \quad (۱)$$

که y_{it} تولید، a_{it} بهره‌وری کل عوامل(TFP) یا سطح فناوری، k_{it} موجودی سرمایه و l_{it} اشتغال است. بنابراین رشد تولید به صورت معادله (۲) خواهد بود؛

$$\dot{y}_{it} = \dot{a}_{it} + \beta \dot{k}_{it} + (1-\beta)\dot{l}_{it} \quad (۲)$$

بر اساس معادله(۲) رشد تولید ناشی از رشد عوامل تولید کلاسیک و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. براین اساس سهم سرمایه و اشتغال از رشد اقتصادی به ترتیب معادل $\frac{\beta \dot{k}_{it}}{\dot{y}_{it}}$ و $\frac{(1-\beta)\dot{l}_{it}}{\dot{y}_{it}}$ و سهم TFP نیز $\frac{\dot{a}_{it}}{\dot{y}_{it}}$ می‌باشد.در بلند مدت رشد TFP پیشران رشد اقتصادی تلقی می شود. با این وجود، TFP باقیمانده سولو بوده و آن بخش از تغییرات تولید است که عوامل تولید قادر به توضیح آن نیستند. بنابراین ممکن است آثار سایر عوامل نیز در رشد TFP منعکس شود. (سایکلس و استرایت‌ویزر[12]، ۲۰۰۶؛ جین و همکاران[13]، ۲۰۰۲؛ دینیگر و جین، ۲۰۰۵).

حسابداری رشد جدید در قالب نظریه رشد درونزا

چارچوب نظریه رشد درونزا کشش‌های نهاده در زمان و مختص هر بنگاه تحت تأثیر متغیرهایی مانند سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه قرار می‌گیرند، که به شکل زیر بیان می‌شود؛

$$y_{it} = a_{it} + \beta_{it} k_{it} + \theta_{it} l_{it} \quad (۳)$$

که در آن $\beta_{it} = f_1(W_{it})$ و $\theta_{it} = f_2(W_{it})$ بوده و W_{it} پیشران‌های رشد مانند تحقیق و توسعه بوده که بر کشش نهاده‌ها اثر می‌گذارند. با این فرض که رابطه پیشران‌های رشد و کشش نهاده‌ها خطی است، معادله (۳) به شکل زیر بازنویسی می‌گردد؛

[1] . Swan
[2] . Jorgenson and Stiroh
[3] . Jones
[4] . Bai and Zhang
[5] . Gallup and Sachs
[6] . Miller
[7] . Deininger and Jin
[8] . Hammond and Thompson
[9] . Pope and LaFrance
[10] . Shee fand Stefanou
[11] . Sheng et al
[12] . Sickles and Streitwieser
[13] . Jin et al

$$y_{it} = \alpha_0 + \lambda W_{it} + (\beta_0 + \gamma W_{it})k_{it} + (\theta_0 + \rho W_{it})l_{it} \quad (۴)$$

که α_0، β_0 و θ_0 به ترتیب بیانگر سطح TFP، کشش موجودی سرمایه و کشش نیروی‌کار هستند، زمانی که $W = 0$ است. هم‌چنین λ، γ و ρ به ترتیب اثرات W را بر TFP، کشش موجودی سرمایه و کشش نیروی‌کار اندازه‌گیری می‌کند. در تابع تولید، k_{it} و l_{it} مقدار نهاده‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند، در حالی که کشش نهاده‌ها تا حدی می‌توانند به عنوان کیفیت نهاده‌ها در نظر گرفته شوند. برای مقدار مشخصی از نهاده، کشش بزرگتر می‌تواند سبب افزایش تولید شود.

نظریه رشد درونزا، اثرات سرریز را در عوامل تولید لحاظ می‌کند، در حالی که نظریه نوآوری القایی، این اثرات را بر نوآوری‌های نهاده‌ها در نظر می‌گیرد، اما هر دو می‌توانند منجر به کیفیت بهتر نهاده‌ها و در نتیجه تولید بیشتر با توجه به سطح مشخصی از نهاده‌ها شوند. نظریه نوآوری القایی بر این نکته تاکید دارد که تفاوت در وفور منابع و قیمت نهاده‌ها در میان مقاطع و در طول زمان می‌تواند شکل تابع تولید را تغییر دهد. با این حال، تجارت بین‌الملل به عنوان یکی از پیشران‌های رشد می‌تواند تخصیص منابع و قیمت نهاده‌ها را تغییر داده و بدین طریق بر کشش و بهره‌وری نهاده‌ها تأثیر بگذارد. تحول ساختاری دیگر پیشران رشد است که به تخصیص مجدد فعالیت‌های اقتصادی در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات اشاره دارد(هرندورف و همکاران[1]، ۲۰۱۴). در اغلب موارد، بخش‌های صنعت و خدمات بهره‌ورتر از بخش کشاورزی هستند. بنابراین، کشورها می‌توانند با افزایش سهم بخش غیرکشاورزی خود، TFP کل اقتصاد را بهبود بخشند. مهمتر از آن، تغییرات ساختاری می‌تواند بر کشش‌های نهاده‌ها نیز اثرگذار باشد؛ زیرا همانطور که هر بخش اقتصادی، فناوری‌های تولیدی خاص خود را دارد و بنابراین کشش‌های نهاده خاص خود را نیز خواهد داشت. بنابراین ارتقاء سهم یک بخش اقتصادی می‌تواند کشش نهاده‌های کل اقتصاد را به کشش‌های نهاده‌های آن بخش نزدیک‌تر کند. از آنجا که نسبت سه بخش اقتصادی در کشورهای مختلف متفاوت است و اینکه تحولات ساختاری همواره در حال رخ دادن است، پس کشش نهاده‌ها در کل اقتصاد ثابت نخواهند بود(هرندورف و همکاران، ۲۰۱۴). اگر معادله (۴) فرآیند تولید داده واقعی باشد، و کشش نهاده‌ها ثابت فرض شود؛ معادله (۴) به صورت زیر بازنویسی می‌گردد؛

$$y_{it} = \alpha_0 + \lambda W_{it} + \left[(\beta_0 - \hat{\beta}) + \gamma W_{it})\right] k_{it} + \left[(\theta_0 - \hat{\theta}) + \rho W_{it})\right] l_{it} + \hat{\beta} k_{it} + \hat{\theta} l_{it} \quad (۵)$$

که $\hat{\beta}$ و $\hat{\theta}$ برآورد کشش‌های سرمایه و نیروی کار به کمک تابع تولید کاب-داگلاس متعارف است. دراینصورت، TFP به صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود؛

$$\begin{aligned} T\hat{F}P_{it} &= \alpha_0 + \lambda W_{it} + \left[(\beta_0 - \hat{\beta}) + \gamma W_{it})\right] k_{it} + \left[(\theta_0 - \hat{\theta}) + \rho W_{it})\right] l_{it} \\ &= \alpha_0 + (\beta_0 - \hat{\beta}) k_{it} + (\theta_0 - \hat{\theta}) l_{it} + \left[\lambda + \gamma k_{it} + \rho l_{it})\right] W_{it} \end{aligned} \quad (۶)$$

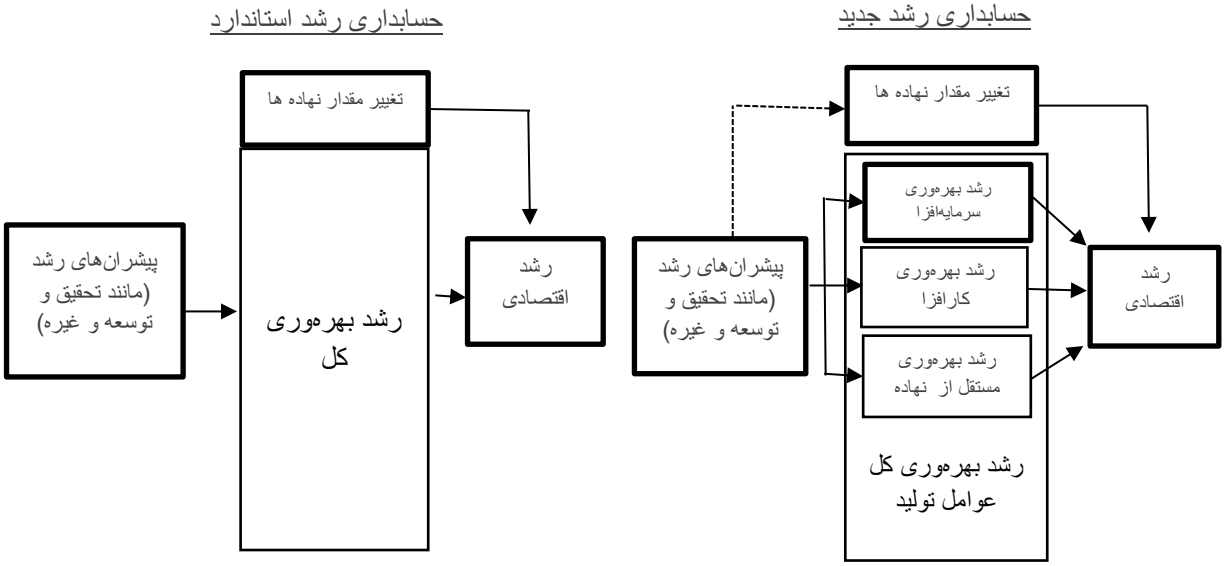
اگر هدف برآورد اثرات کلی Z بر تولید باشد، حسابداری رشد استاندارد کافی و مناسب است، چراکه اثرات Z بر بهره‌وری و کشش نهاده‌ها(یعنی λ، γ و ρ) در نهایت به رشد تولید کمک می‌کنند. علاوه بر این، نظر به تعریف TFP، منطقی است که تمام پسماندها به همراه مقدار و کیفیت نهاده‌ها به TFP اضافه شود.

این روش جدید اثرات پیشران‌های رشد بر کشش نهاده‌ها به همراه تأثیر آن‌ها بر بهره‌وری را اندازه‌گیری می‌کند. در نهایت، هدف حسابداری رشد جدید نه تنها تفکیک رشد اقتصادی به تغییرات در مقادیر نهاده‌ها و بهره‌وری کل عوامل است، بلکه به

[1]. Herrendorf et al

دنبال تجزیه رشد TFP به رشد بهره‌وری نهاده‌افزا و (کار افزا و سرمایه افزا) مستقل از نهاده‌ها می‌باشد. شایان ذکر است رشد بهره‌وری نهاده‌افزا به افزایش بهره‌وری به دلیل بهبود کیفیت نهاده‌ها اشاره دارد. بنابراین، حسابداری رشد جدید می‌تواند مسیرها یا کانال‌هایی را که پیشران‌های رشد از طریق آن‌ها بر رشد اقتصادی اثر می‌گذارند، شناسایی و اندازه‌گیری کند.

شکل(۱) تفاوت بین حسابداری رشد استاندارد و جدید را نشان می‌دهد. در سمت چپ شکل(۱) نشان داده شده، حسابداری رشد استاندارد تنها می‌تواند اثر کلی پیشران‌های رشد مانند تحقیق و توسعه را بر رشد TFP تخمین بزند، و این تنها کانالی است که از طریق آن تحقیق و توسعه و سایر پیشران‌ها بر رشد اقتصادی اثر می گذارند. اما در سمت راست شکل(۱)، حسابداری رشد جدید می‌تواند رشد TFP را به سه جزء رشد بهره‌وری سرمایه‌افزا، رشد بهره‌وری کارافزا و رشد بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها تجزیه می‌گردد. حسابداری رشد جدید می‌تواند چگونگی اثرگذاری پیشران‌ها را بر رشد اقتصادی را از طریق سه کانال تبیین می کند. علاوه بر این، پیشران‌های رشد مانند تحقیق و توسعه همچنین می‌توانند بر سهم نهاده‌ها از رشد اقتصادی اثر بگذارد، که این نیز بیانگر کانال دیگری برای اثرگذاری پیشران‌های رشد است. نتیجه اینکه، ارزیابی و مقایسه اثربخشی سرمایه‌گذاری‌هایی مانند تحقیق و توسعه از طریق کانال‌های مختلف امکان‌پذیر است که در حسابداری رشد استاندارد این امکان وجود ندارد.



شکل ۱: حسابداری رشد اقتصادی استاندارد و حسابداری رشد اقتصادی جدید

مقالات متعددی در خصوص حسابداري رشد و تجزيه رشد بهره‌وري كل عوامل توليد انجام يافته است. مطالعات مختلفي در رابطه با حسابداري رشد و محاسبه رشد بهره‌وري كل عوامل توليد انجام يافته است. آقيون و هوويت[1](۲۰۰۷) نشان دادند بين ۳۰ تا ۷۰ درصد رشد توليد سرانه به دليل انباشت سرمايه فيزيكي بوده است. شارما و همكاران[2](۲۰۰۷) با حسابداري رشد اقتصادي ۴۸

[1] . Aghion and Howitt

[2] . Sharma et al

ایالت آمریکا دریافتند پیشرفت تکنولوژیکي منبع اصلي رشد بوده است. فنگ و همکاران[1](۲۰۱۷) با روش حسابداري رشد(رویکرد سولو) کشور چین بیان نمودند سهم عوامل تولید (نیروي کار و سرمایه) در سال ۲۰۰۱ حدود ۷۰ درصد و در سال ۲۰۱۰ حدود ۹۹ درصد می‌باشد. فیسل و همکاران[2](۲۰۱۵) با تجزیه رشد منطقه آلاسکا به این نتیجه رسیدند تغییرات فني عامل اصلی بهبود بهره‌وري کل عوامل تولید بوده است. کالیو و همکاران[3](۲۰۱۲) با حسابداري رشد اقتصادي کنیا نشان دادند سهم انباشت سرمایه فیزیکي از رشد ۷۱ درصد، سهم نیروي کار ۲۵ درصد و سهم TFP برابر ۴ درصد بوده است. میا و شاندران[4](۲۰۱۵) دریافتند افزایش رشد صنایع کوچك بنگلادش به دلیل افزایش بهره‌وري بوده که علت اصلي آن بهبود مدیریت و پیشرفت کارایي فني بوده است. اوه و لي[5](۲۰۱۶) با تجزیه رشد بهره‌وري صنایع تولیدي کره‌جنوبي به این نتیجه رسیدند متوسط نرخ رشد متوسط TFP حدود ۰/۳۳ درصد بوده که اثرات مقیاس عامل پیشران است. باسم[6](۲۰۱۴) به تجزیه رشد بهره‌وري کل عوامل تولید صنایع کوچك منطقه منا پرداخت و دریافت بهره‌وري کل عوامل این منطقه سالانه حدود ۵ درصد رشد داشته که دلیل اصلي آن تغییرات کارایي فني بوده است. میا و باسم(۲۰۱۶) نشان دادند رشد بهره‌وري صنایع کوچك جنوب آسیا در دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۷ سالانه حدود ۲/۱ درصد بوده است.

در ایران پژوهش‌های حسابداری رشد اقتصادی با رهیافت برون‌زا انجام شده است که از میان آنها می‌توان به مطالعات کمیجانی و محمودزاده (۱۳۸۷) در سطح کلان، محمودزاده و زیتون‌نژاد (۱۳۹۱) در بخش معدن و محمودزاده و همکاران (۱۳۹۴) در صنایع تولیدی اشاره کرد. کاستی عمده این روش کم برآوردی سهم بهره‌وری در رشد اقتصادی است. رویکرد مطالعات در مورد حسابداری رشد فناوری متفاوت بوده و تلاش شده ماهیت رشد بهره‌وری شناسایی شود. برای مثال جهانگرد و فیض‌آبادی(۱۳۹۸) دریافتند تغییرات فنی اصلی‌ترین عامل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران است. محمودی و همکاران(۱۳۹۸) تغییرات تکنولوژی را عامل اصلی تغییرات بهره‌وری می‌دانند. عیسی‌زاده و صوفی مجیدپور (۱۳۹۶) دریافتند پیشرفت تکنولوژیکی و اثرات مقیاس اثر مثبت و کارایی تخصیصی و کارایی فنی اثر منفی بر بهره‌وری کل عوامل دارند. محمودزاده و فتح‌آبادی (۱۳۹۵) نشان دادند پیشرفت تکنولوژیکی تنها عامل پیشران TFP بوده و سه عامل دیگر یعنی کارایی فنی، اثرات مقیاس و کارایی تخصیصی باعث پسرفت بهره‌وری کل شده اند. فتح‌آبادی و صوفی‌مجیدپور (۱۳۹۷) نشان دادند پیشرفت تکنولوژیکی عامل اصلی رشد بهره‌وری کل است. دشتی و همکاران (۱۳۹۸) دریافتند تغییرات تکنولوژی عامل اصلی تغییرات TFP می باشد.

۳ روش‌شناسی و داده‌ها

ضعف مهم حسابداری رشد استاندارد فرض ثابت بودن کشش نهاده‌ها است. برای رفع این کاستی، از یک مدل مرزی تولید با ضرایب متغیر استفاده می‌گردد. بدین‌منظور مدل با ضرایب متغیر هاستی و تبشیرانی[7](۱۹۹۳) معرفی می‌شود؛

$$y = x_1 z_1(\phi_1) + \cdots + x_K z_K(\phi_K) + \varepsilon \quad (۷)$$

که در آن ضرایب تابع ناپارامتریک از متغیرهای آستانه ϕ_K هستند. از سوی دیگر، مدل مرز تصادفی ایگنر و همکاران[8](۱۹۷۷) و میوسن و فن دن بروک[9](۱۹۷۷) (که توسط جین و همکاران، ۲۰۱۰؛

1 . Feng et al
2 . Fissel et al
3 . Kalio et al
6. Mia and Chandran
7. Oh and Lee
8. Bassem
7 . Hastie and Tibshirani
8 . Aigner et al
9 . Meeusen and Van den Broeck

وانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۶ بهره‌برداری شده) به شکل زیر است.

معادله (۸) صورت‌بندی جدید از معادله (۷) است ولی دو تفاوت دارد. نخست این که پارامترها در معادله (۷) متغیر بوده ولی در معادله (۸) ثابت هستند. دوم این که اجزای اخلال در معادله (۷) تجزیه نمی شود و فرض می‌شود هیچ گونه در مورد ماهیت آن وجود ندارد ولی در معادله (۸) به دو جز ناکارایی فنی و اجزای اخلال تفکیک می شود. این رویکرد به شناخت پیشران‌های رشد بهره‌وری کمک می‌کند.

$$y_{it} = f(X_{it};\beta) + v_{it} - u_{it} \qquad (۸)$$

در این مدل مرزی تصادفی، $f(X_{it};\beta)$ بیانگر حداکثر تولید با نهاده‌های موجود در هر دوره بوده و از این‌رو رابطه بهینه نهاده‌ها و تولید را در طول زمان اندازه‌گیری می‌کند. هم‌چنین v_{it} جمله خطای رگرسیون و $-u_{it}$ ناکارایی فنی است. به عبارت دیگر، کارایی فنی به صورت $TE_{it} = exp(-u_{it})$ محاسبه می‌گردد. با ترکیب معادله (۷) و (۸)، مدل مرزی تصادفی با ضرایب متغیر به شکل زیر تصریح می‌گردد. معادله (۹) ویژگی‌های معادله (۷) و (۸) را همزمان داراست. در این معدله، پارامترهادر طول زمان تغییر می‌کنند؛ بهره‌وری به دو جز نهاده افزا (سرمایه و کار) و مستقل از نهاده‌ها تجزیه می شود. افزون بر این پیشران‌های موثر بر بهره‌وری مستقل هم پوشش داده می شود.

$$y_{it} = \psi_0(\phi_{it}) + \sum_{k=1}^{p} \psi_k(\phi_{it}) x_{it}^k + v_{it} - u_{it} \qquad (۹)$$

که در آن تابع $\beta_{it}^k = \psi_k(\phi_{it})$ برای برآورد کشش‌های متغیر نهاده‌های تولید است که بر خلاف معادله (۸) ثابت نبوده و تغییر می‌کنند. جمله $\psi_0(\phi_{it})$ تابع ناپارامتریک از متغیرهای آستانه بوده تا از طریق بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها (تکنولوژی خنثی)، تأثیر پیشران‌های رشد را بر تولید اندازه‌گیری کند. مهمترین متغیر آستانه به عنوان پیشران رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه(R&D) است که پیشرفت فناوری را نیز تبیین می‌کند. درجه باز بودن اقتصاد یا نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی می‌تواند دومین پیشران رشد باشد که به عنوان متغیر آستانه در نظر گرفته شود. مبادله آزاد نهاده‌ها با تخصیص بهتر منابع باعث افزایش کارایی و کشش نهاده ها خواهد شد. از سوی دیگر، مبادله آزاد محصولات به بهبود رشد بهره‌وری مستقل از نهاده کمک می کند، زیرا مزیت‌های نسبی می توانند نقش مثبت در رشد اقتصادی حتی با وجود محدودیت‌ها در وفور نهاده‌ها ایفا کنند. بنابراین تجارت می‌تواند بر رشد اقتصادی از طریق اثرگذاری بر بهره‌وری نهاده‌افزا(کشش‌های نهاده‌ها) و بهره‌وری مستقل از نهاده تاثیر بگذارد. سومین پیشران رشد اقتصادی، تغییرات ساختاری است. حتی بدون پیشرفت فناوری، یک اقتصاد می‌تواند با انتقال منابع از بخش‌های با بهره‌وری پایین به بخش‌های بهره‌ورتر، رشد اقتصادی خود را افزایش دهد. بعد از برآورد ضرایب، می‌توان رشد تولید را با فرآیند زیر تجزیه کرد؛

$$\Delta y_{it} = \sum_{k=1}^{p} \left(\beta_{it}^k x_{it}^k - \beta_{i,t-1}^k x_{i,t-1}^k\right) + \Delta IFP_{it} + \Delta v_{it} \qquad (۱۰)$$

که $\Delta IFP_{it} = \psi_0(\phi_{it}) - u_{it}$ رشد بهره‌وری مستقل از نهاده را برای مقطع i در زمان t اندازه‌گیری می‌کند. هم‌چنین برای تجزیه بهره‌وری مرتبط با نهاده‌ها، $\beta_{it}^k x_{it}^k - \beta_{i,t-1}^k x_{i,t-1}^k$، طرفین معادله(۱۰) بر Δy_{it} تقسیم می‌گردد. در این‌صورت حسابداری رشد جدید حاصل می‌شود؛

[1]. Wang et al

$$1 = \underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\Delta x_{it}^{k}(\beta_{it}^{k}+\beta_{i,t-1}^{k})}{2\Delta y_{it}}\right]}_{\text{ریداقم اهدهن}} + \underbrace{\underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\Delta\beta_{it}^{k}(x_{it}^{k}+x_{i,t-1}^{k})}{2\Delta y_{it}}\right]}_{\text{یرورهب ازفاداهن}} + \underbrace{\frac{\Delta IFP_{it}}{\Delta y_{it}}}_{\text{ب لقتسم زا هداهن}}}_{\text{یرورهب لک لماوع}} + \underbrace{\frac{\Delta v_{it}}{\Delta y_{it}}}_{\text{باقیماندهها}} \quad (۱۱)$$

چهار جزء سمت راست معادله (۱۱) به ترتیب سهم رشد مقادیر نهادهها، بهرهوری نهادهافزا، بهرهوری مستقل از نهاده و باقیماندهها هستند. برای مقایسه، مدل حسابداری رشد استاندارد به شکل زیر است؛

$$1 = \underbrace{\sum_{k=1}^{p}\left[\frac{\beta_{it}^{k}\,\Delta x_{it}^{k}}{\Delta y_{it}}\right]}_{\text{مقادیر نهادهها}} + \underbrace{\frac{\Delta TFP_{it}}{\Delta y_{it}}}_{TFP} + \underbrace{\frac{\Delta v_{it}}{\Delta y_{it}}}_{\text{باقیماندهها}} \quad (۱۲)$$

در معادله(۱۲) β_{it}^{k} ضرایب نهادهها هستند که در میان مقاطع و در زمان ثابت هستند.

پیشرانها میتوانند بر سطح تولید به سه طریق اثر بگذارند (سه جزء اول سمت راست) . این پیشرانها بر β_{it}^{k} (کشش نهاده ها) و $I\dot{F}P_{it}$ بهره وری مستقل معادلات(۱۳) و (۱۴) برای برآورد این اثرات تصریح شدهاند؛

$$I\dot{F}P_{it} = \alpha + \delta_1 R\&D_{it} + \delta_2 trade_{it} + \delta_3 structure_{it} + \epsilon \quad (۱۳)$$

$$\beta_{it}^{k} = \alpha^{k} + \eta_1^{k} R\&D_{it} + \eta_2^{k} trade_{it} + \eta_3^{k} structure_{it} + \upsilon^{k} \quad (۱۴)$$

معادلات(۱۳) و (۱۴) برای مقطع i در زمان t بوده و از معادله(۹) استخراج شدهاند. نتایج تخمین پارامترهای δ و η اثرات پیشرانهای رشد را اندازهگیری میکنند.

در این مقاله از دادههای ۱۷ صنعت مواد غذایی و آشامیدنی با کد چهار رقمی ISIC (۱۰ نفر کارکن و بیشتر) ایران در دوره ۹۸-۱۳۸۱ برای ایران استفاده میگردد. متغیرهای مورد استفاده شامل تعداد شاغلان، موجودی سرمایه و ارزش افزوده است. دادههای موجودی سرمایه با روش «موجودیگیری دائمی»[1] برآورد شده است. باتوجه به اینکه دادههای تشکیل سرمایه در گزارشات طرح آمارگیری از کارگاههای صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر موجود است، لذا براساس روش موجودیگیری دائمی، موجودی سرمایه به صورت زیر محاسبه میشود؛

$$K_t = I_t + (1-\delta)K_{t-1} \quad ; \quad K_0 = \frac{I_0}{\delta + g} \quad (۱۵)$$

که K_t و I_t به ترتیب موجودي سرمایه و تشکیل سرمایه در دوره t و K_0 موجودی سرمایه اول دوره میباشند. همچنین δ و g نیز به ترتیب بیانگر نرخ استهلاك و متوسط رشد تشکیل سرمایه در دوره مورد بررسي هستند. نرخ استهلاک برای صنعت مواد غذایی ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است[2].

ارزش افزوده و موجودی سرمایه با شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت تعدیل شدهاند. در این مقاله برای اندازهگیری تحقیق و توسعه از نسبت تحقیق و توسعه به ارزش افزوده صنعتی، برای باز بودن اقتصاد از نسبت تجارت به ارزش افزوده صنعتی و از نسبت موجودی سرمایه به اشتغال به عنوان تقریبی برای تغییرات ساختاری استفاده می شود.

[1]. perpetual inventory method (PIM)

[2]. جدول استهلاکات مالیاتی موضوع ماده ۱۴۹ اصلاحی قانون مالیاتهاي مستقیم مصوب ۱۳۹۴/۰۴/۳۱

جدول ۱: آمار توصیفی متغیرها، ۹۸-۱۳۹۱

متغیر	شاخص	واحد اندازه‌گیری	میانگین		انحراف معیار		حداکثر		حداقل	
			سطح	رشد	سطح	رشد	سطح	رشد	سطح	رشد
تولید	ارزش افزوده (y)	میلیارد ریال (ثابت ۱۳۹۰)	۴۲/۳	۱۱/۱	۳۸/۶	۳۳/۶	۲۲۰/۲	۲۱۷/۶	۰/۴۱	-۶۸/۹
نهاده‌ها	موجودی سرمایه (k)	میلیارد ریال (ثابت ۱۳۹۰)	۹۱/۳	۹/۹	۸۱/۱	۳۳/۵	۴۰۷/۴	۲۲۴/۸	۰/۹۷	-۶۹/۷
	اشتغال (L)	هزار نفر	۱۲/۹۲	۸/۴	۱۱/۷۹	۲۷/۶	۶۳/۹۶	۲۵۳/۹	۰/۰۷۸	-۴۱/۹
پیشران‌های رشد	تحقیق و توسعه (R&D)	نسبت سرمایه‌گذاری R&D به تولید	۰/۰۰۲	-۱/۸	۰/۰۰۳	۴/۵۶	۰/۰۳۵	۲۶۹/۸	۰/۰۰۰۲	-۲۳۵/۱
	بازبودن اقتصاد (Trade)	نسبت تجارت به تولید	۱۹/۳	۶/۱	۲۵/۲	۹۹/۲	۱۵۴/۸	۶۱۹/۷	۰/۰۰	-۳۶۸/۳
	تغییرات ساختاری (Structure)	نسبت موجودی سرمایه به اشتغال	۱/۱۴	۱۸/۴	۱/۳	۲۵/۲	۱۳/۲	۱۱۹/۴	۰/۹۱	-۹۸/۵

۴ نتایج تجربی

نخست، از تابع مرزی تصادفی با ضرایب متغیر استفاده می‌شود. بدین منظور ابتدا عبارت ناکارایی فنی($-u_{it}$) نادیده گرفته شده و سپس با روش برآورد پارامتریک هیسائو[1](۲۰۱۴) مدل برآورد می‌شود. در این روش ضرایب متغیرهای توضیحی هم در زمان و هم بین مقاطع تغییر می‌کند؛

$$y_{it} = \sum_{k=1}^{K} (\bar{\beta}_k + \alpha_{ki} + \lambda_{kt}) x_{kit} + v_{it}; \quad i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \qquad (۱۶)$$

در این مدل، برای برآورد با روش اثرات ثابت، پارامترهای α_k و λ_k همانند $\bar{\beta}$ ثابت در نظر گرفته می‌شوند. بعد از تخمین معادله(۱۶)، ضرایب متغیرهای توضیحی محاسبه می‌شوند. برآورد این مرحله با نرم‌افزار استاتا ۱۷ انجام می‌گیرد.

مرحله دوم، به کمک نتایج برآورد ضرایب متغیر در مرحله نخست سهم نهاده‌های تولید(نیروی کار و سرمایه) و سهم بهره‌وری نهاده‌افزا از رشد اقتصادی محاسبه می شود. در این مرحله ، سهم‌ها در نرم‌افزار اکسل محاسبه می‌شوند.

در مرحله سوم، هدف برآورد کارایی فنی(TE) یکی از اجزای بهره‌وری مستقل از نهاده(IFP) است. بهره‌وری مستقل شامل دو جزء ناکارایی فنی($-u_{it}$) و پیشرفت تکنولوژیکی($\psi_0(\phi_{it})$) است. بدین منظور بعد از برآورد مدل(۱۵)، باقیمانده‌ها(v_{it}) استخراج می‌شوند. در ادامه با استفاده از «روش مرزی اجزاء خطا»[2](ECF) که توسط باتسی و

[1]. Hsiao

[2]. Error Components Frontier

کوئلی[1](۱۹۹۲) معرفی شده، عبارت ناکارایی فنی($-u_{it}$) از باقیمانده جدا می شود.

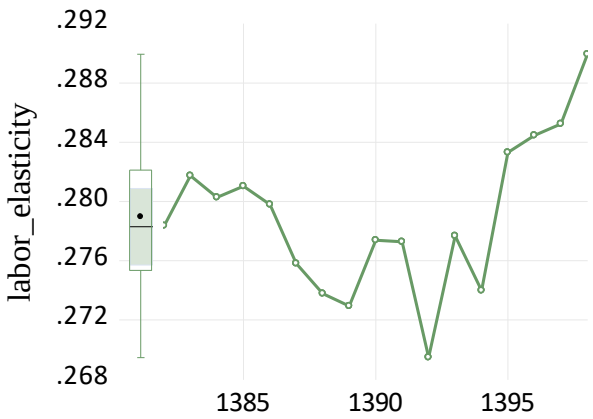
مرحله چهارم، برآورد پیشرفت تکنولوژیکی($\psi_0(\phi_{it})$) دیگر جزء بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها(IFP) می‌باشد. برای برآورد پیشرفت تکنولوژیکی از مدل داده‌های پانل با ضرایب متغیر در زمان ناپارامتریک لی و همکاران[2](۲۰۱۱) بهره گرفته می‌شود. بر این اساس، معادله(۹) بدون عبارت ناکارایی فنی($-u_{it}$) برآورد شده و سپس تابع روند($\psi_0(\phi_{it})$) و تابع ضرایب با «روش خطی محلی ناپرامتریک»[3] تخمین زده می‌شوند. نتایج تابع روند بیانگر پیشرفت تکنولوژیکی صنایع کارخانه‌ای می‌باشد. مرحله پنجم، محاسبه سهم بهره‌وری مستقل از نهاده(IFP)، سهم بهره‌وری کل عوامل تولید(TFP) و سهم باقیمانده‌ها از رشد اقتصادی صنایع کارخانه‌ای می‌باشد. برای محاسبه سهم IFP ابتدا با کمک نتایج مرحله سوم و چهارم، کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژیکی جمع شده و بهره‌وری مستقل از نهاده بدست آمده و با تقسیم آن بر رشد تولید، سهم IFP بدست می‌آید. سپس با جمع نمودن سهم IFP و سهم بهره‌وری نهاده‌افزا از رشد اقتصادی، سهم TFP از رشد اقتصادی بدست می‌آید. در نهایت با محاسبه سایر سهم‌ها، سهم باقیمانده‌ها اندازه‌گیری می‌شود.

حسابداری رشد ارزش افزوده صنایع

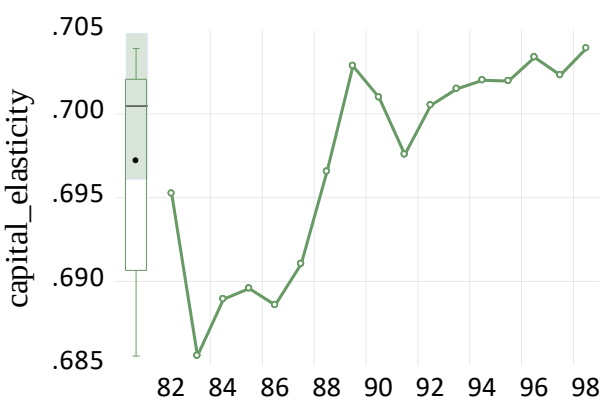
با برآورد مدل مرزی با ضرایب متغیر(معادله ۱۰)، کشش‌های متغیر در زمان و در میان صنایع برای موجودی سرمایه و نیروی‌کار بدست آمدند (نمودار۱). نمودار نشان می‌دهد کشش نیروی‌کار از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ روند نزولی داشته پس از آن افزایش یافته است. نمودار چپ نیز روند کشش تولیدی موجودی سرمایه را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود، کشش تولیدی سرمایه تا سال ۱۳۹۰ در حال افزایش بوده و پس از آن تقریبا ثابت مانده است.

نمودار۱: روند کشش‌های نیروی‌کار و موجودی سرمایه در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران، ۹۸-۱۳۸۲

الف



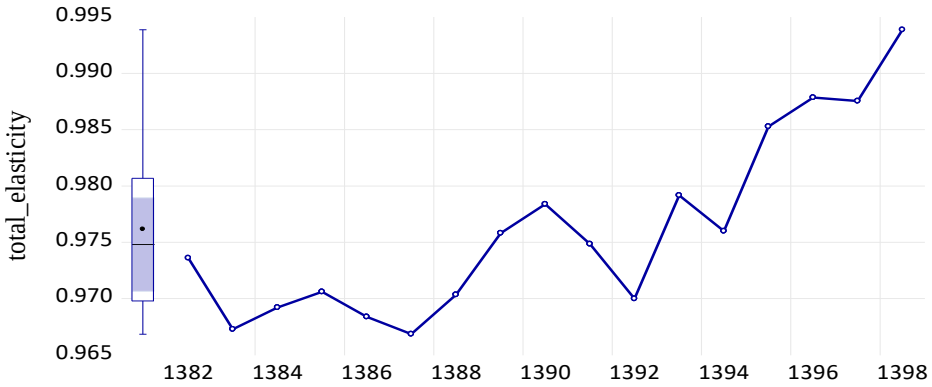
ب



بازدهی نسبت به مقیاس تا سال ۱۳۹۲ تغییر اندکی داشته است. به نظر می رسد بازدهی نسبت به مقیاس تا سال ۱۳۹۲ کاهنده و پس از آن روند افزایشی داشته و به بازدهی ثابت رسیده است (نمودار ۲).

[1] . Battese and Coelli
[2] . Li et al
[3] . Non-parametric local linear method

نمودار۲: روند صرفه های مقیاس در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران، ۹۸-۱۳۸۲



با ترکیب نتایج برآورد مدل مرزی تصادفی با ضرایب متغیر و برآورد کارایی فنی با روش مرزی اجزای خطا، رشد TFP کلاسیک به رشد بهره‌وری نهاده‌افزا و رشد بهره وری مستقل از نهاده تجزیه می‌گردد. رشد بهره‌وری مستقل از نهاده شامل دو جزء تغییرات کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژیکی است. رشد IFP در سال‌های ۸۵- ۱۳۸۲ منفی بوده و از سال ۹۵-۱۳۸۶ بهبود یافته و در سال ۱۳۹۵ حدود ۳ درصد رشد داشته و دوباره سیر نزولی داشته است.

نمودار۳: روند بهره‌وری مستقل از نهاده در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران، ۹۸-۱۳۸۲ درصد

رشد نیروی‌کار و سرمایه و هم‌چنین رشد کشش‌های تولیدی آنها به همراه رشد کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژیکی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران در دوره ۹۸-۱۳۸۲ آورده شده است. متوسط رشد موجودی سرمایه در این دوره ۹/۷ درصد است؛ که بیشترین رشد مربوط به صنعت مالتا و مالشعیر (۲۶/۲ درصد) بوده و کمترین آن در صنعت قند و شکر (۰/۳۶ درصد) بوده است. رشد نیروی‌کار وضعیت با ثباتی داشته و به طور متوسط سالانه ۸/۴ درصد رشد داشته است. نیروی‌کار فقط در صنعت قند و شکر رشد منفی (۰/۱- درصد) را تجربه کرده است. رشد کشش‌های موجودی سرمایه نسبتا باثبات بوده و به طور متوسط سالانه ۰/۰۵ درصد افزایش داشته است. رشد کشش نیروی‌کار در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی نیز متوسط سالانه ۰/۱۸ درصد بوده است. از آنجا که کشش‌های نیروی‌کار و سرمایه بیانگر بازدهی آنها نیز می‌باشد، بنابراین می‌توان بیان داشت در صنعت غذایی و آشامیدنی بازدهی نیروی کار سالانه ۰/۱۸ درصد و بازدهی سرمایه نیز ۰/۰۵ درصد بهبود یافته است. بیشترین افزایش بازدهی نیروی‌کار متعلق به صنایع لبنی و سایر مواد غذایی (۰/۲۵ درصد سالانه) بوده است. به نظر می‌رسد در فرآیند تولید مواد غذایی و آشامیدنی، نیروی‌کار و سرمایه تقریبا مکمل یکدیگر بوده‌اند.

کارایی فنی(TE) معیار مهمی برای ارزیابی عملکرد بنگاه است. حداکثر تعداد کارایی ۱۰۰ بوده و به معنای حداکثر تولید با بهره برداری از نهاده های در دسترس است. حداقل مقدار آن نیز صفر است. متوسط کارایی فنی صنعت مواد غذایی ایران ۷۸/۴ درصد بوده که ۲۱/۶ درصد با مرز کارایی فاصله دارد. نکته مهم این است که سطح کارایی در میان تمامی صنایع نسبتا برابر بوده است و تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود. تفاوت مهم روش حسابداری رشد استاندارد جدید در TFP است که در روش جدید به سه جزء بهره‌وری نهاده‌افزا (کار و سرمایه) و بهره‌وری مستقل تجزیه می شود. بهره‌وری مستقل به دو جزء تغییر کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژی تقسیم می‌شود. بهره‌وری نهاده‌افزا نیز به نهاده‌های مورد استفاده در تابع تولید (کار و سرمایه) بستگی دارد.

جدول۲: رشد نهاده‌ها، کشش نیروی‌کار و سرمایه و رشد کارایی فنی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی، ۹۸-۱۳۸۲

صنعت	موجودی سرمایه		نیروی‌کار		کارایی فنی	
	رشد مقدار	رشد کشش	رشد مقدار	رشد کشش	مقدار	رشد
گوشت	۴/۲	-۰/۵	۵/۹	۰/۰	۷۸/۱	۱/۱۶
ماهی	۲/۳	۰/۰۹	۵/۶	۰/۲	۷۸/۳	۱/۱۴
میوه و سبزی	۵/۸	۰/۰۹	۶/۰	۰/۲۱	۷۸/۲	۱/۱۵
روغن‌ها	۸/۶	۰/۰۸	۱/۲	۰/۱۷	۷۸/۴	۱/۱۵
لبنی	۸/۸	۰/۰۹	۱۰/۳	۰/۲۴	۷۸/۲	۱/۱۵
آسیاب غلات	۶/۲	۰/۰۹	۳/۸	۰/۱۶	۷۸/۳	۱/۱۳
نشاسته	۱۳/۱	۰/۰۸	۱۳/۳	۰/۱۶	۷۸/۵	۱/۱۶
سایر غذایی	۴/۷	۰/۰۹	۵/۵	۰/۲۵	۷۸/۱	۱/۱۵
قند و شکر	۰/۳۶	۰/۰۹	-۰/۱	۰/۱۸	۷۸/۲	۱/۱۵
شیرینی‌جات	۱۶/۳	۰/۰۸	۱۶/۷	۰/۱۷	۷۸/۴	۱/۱۴
ماکارونی، نودل و غیره	۱۱/۸	۰/۰۹	۱/۶	۰/۲	۷۸/۴۳	۱/۱۴

غذاهای آماده	۱۸/۹		۰/۰۹		۱۸/۰		۰/۱۶	۷۸/۲	۱/۱۵
سایر غذایی طبقه‌بندی نشده	۳/۲		۰/۰۸		۳/۱		۰/۲۳	۷۸/۵	۱/۱۳
غذای آماده حیوانات	۱۲/۱		۰/۰۹		۱۰/۱		۰/۱۷	۷۸/۸	۱/۱۲
الکل سفید	۲۳/۶		۰/۰۹		۱۰/۰۵		۰/۱۷	۷۸/۹	۱/۱۱
مالتا و مالشعیر	۲۶/۲		۰/۰۹		۳۱/۶		۰/۱۷	۷۸/۳	۱/۱۴
نوشابه و آب‌معدنی	۱/۴		۰/۰۹		۰/۴		۰/۲۲	۷۸/۴	۱/۱۴
متوسط	۹/۷		۰/۰۵		۸/۴		۰/۱۸	۷۸/۴	۱/۱۴

رشد ارزش افزوده صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران به دو روش حسابداری رشد استاندارد و جدید محاسبه و در جدول (۳) گزارش شده است. متوسط رشد ارزش افزوده ۱۱/۱ درصد بوده است. یافته‌های حسابداری رشد جدید نشان می‌دهد متوسط سهم نهاده‌ها (بدون فناوری) از رشد ۷۴/۳ درصد است؛ که سهم موجودی سرمایه ۵۳/۰ درصد و سهم نیروی‌کار ۲۱/۳ درصد است. در میان صنایع موجود، سهم سرمایه از رشد در صنعت الکل سفید (۶۴/۵ درصد) و سهم نیروی کار از رشد در صنعت ماهی (۵۱/۹ درصد) بیشترین مقادیر بوده‌اند.

جدول۳: حسابداری رشد اقتصادی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی، ۹۸-۱۳۸۲ : درصد

صنعت (۱)	رشد تولید (۲)	حسابداری رشد جدید						
		سهم مقدار نهاده‌ها		سهم بهره‌وری کل عوامل				
		سهم سرمایه (۳)	سهم نیروی‌کار (۴)	سهم بهره‌وری سرمایه‌افزا (۵)	سهم بهره‌وری کارافزا (۶)	سهم بهره‌وری مستقل از نهاده (۷)	سهم پسماند (۸)
گوشت	۵/۶	۵۰/۱	۲۹/۴	-۲۳/۶	-۰/۴	۲۵/۳	۱۹/۲
ماهی	۳/۳	۴۷/۳	۵۱/۹	۶/۷	۱۰/۵	۴۳/۳	-۵۹/۸
میوه و سبزی	۶/۹	۵۵/۱	۲۹/۰	۳/۵	۶/۸	۲۰/۶	-۱۵/۰
روغن‌ها	۱۰/۳	۵۲/۵	۴/۰	۲/۵	۳/۵	۱۳/۷	۲۳/۸
لبنی	۱۰/۱	۵۸/۰۴	۲۳/۶	۲/۵	۵/۷	۱۴/۲	-۴/۱
آسیاب غلات	۷/۵	۴۵/۰۲	۲۴/۸	۳/۲	۴/۷	۱۸/۹	۳/۴
نشاسته	۱۳/۸	۵۹/۸	۳۰/۳	۱/۵	۲/۰۲	۱۰/۲	-۳/۸
سایر غذایی	۵/۷	۵۳/۳	۲۸/۰۳	۴/۱	۱۰/۳	۲۵/۱	-۲۰/۸
قند و شکر	۲/۲	۹/۸	-۱/۸	۱۰/۹	۱۸/۴	۶۴/۳	-۱/۶
شیرینی‌جات	۱۷/۵	۶۰/۲	۲۶/۹	۱/۳	۲/۲	۸/۲	۱/۲
ماکارونی، نودل و غیره	۱۳/۶	۵۸/۵	۳۱/۰	۱/۶	۲/۸	۱۰/۴	۲۳/۶

غذاهای آماده		۱۹/۹		۵۹/۵	۲۸/۰		۱/۱	۱/۵	۷/۱		۲/۸
غذایی طبقه‌بندی نشده		۴/۲		۵۳/۸	۱۵/۵		۵/۷	۱۲/۷	۳۳/۹		-۲۱/۶
غذای آماده حیوانات		۱۲/۹		۶۲/۱	۲۲/۴		۱/۸	۲/۷	۱۰/۹		-۰/۰۳
الکل سفید		۲۴/۵		۶۴/۵	۱۱/۲		۰/۷۳	۱/۰۳	۵/۷		۱۶/۸
مالتا و مالشعیر		۲۸/۴		۵۸/۹	۳۲/۴		۰/۷	۹/۹	۴/۹		۲/۱
نوشابه و آب‌معدنی		۲/۵		۳۷/۲	۲/۸		۹/۳	۱۸/۷	۵۵/۷		-۲۳/۷
متوسط		۱۱/۱		۵۳/۰	۲۱/۳		۲/۰	۶/۱	۲۱/۹		-۳/۴

پیش‌تر بیان گردید فناوری کیفیت نهاده‌ها را افزایش می دهد. بنابراین بخشی از سهم نهاده‌ها از رشد، به دلیل کیفیت نهاده‌ها است. این تغییر کیفیت نهاده‌ها که از آن به عنوان بهره‌وری نیز یاد می‌شود یکی از اجزای بهره‌وری کل عوامل می‌باشد. یافته ها نشان می دهد متوسط سهم بهره‌وری نهاده‌افزا از رشد صنعت مواد غذایی و آشامیدنی حدود ۸/۱ درصد است.در این میان، سهم بهره‌وری سرمایه‌افزا ۲/۰ درصد و سهم بهره‌وری کارافزا ۶/۱ درصد است. بنابراین فناوری بیشتر در نیروی کار متجلی شده است. صنعت قند و شکر با ۱۰/۹ درصد و صنعت نوشابه و آب‌معدنی با ۱۸/۷ درصد به ترتیب بیشترین سهم بهره‌وری سرمایه‌افزا و کارافزا را به خود اختصاص داده‌اند. سهم بهره‌وری مستقل (IFP) از رشد ۲۱/۹ درصد بوده، که به دلیل دو عامل تغییر کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژیکی می‌باشد. متوسط سهم پسماند در حسابداری رشد جدید ۳/۴- درصد است.

برآورد پیشران‌های رشد بهره‌وری و کشش نهاده‌ها

در حسابداری رشد جدید این امکان هست تا اثر پیشران‌ها بر رشد تولید از کانال‌های مختلفی بررسی گردد. در این بخش اثر پیشران‌های رشد شامل تحقیق و توسعه(R&D)، تجارت(Trade) و تغییرات ساختاری(Structure) بر رشد بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها و کشش نهاده‌ها برآورد گردید(جدول ۴). هر سه پیشران اثر مثبت و معنادار بر کشش سرمایه دارند. در مدل کشش نیروی‌کار هم بجز تجارت دو پیشران دیگر اثر مثبت و معنادار دارند. براین اساس می‌توان بیان داشت پیشران‌های رشد سبب افزایش بازدهی مقیاس در صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران شده است. این موضوع در نمودار(۲) نیز نشان داده شد که روند صرفه‌های مقیاس در زمان بهبود نسبی پیدا کرده است. پیشران‌ها سبب افزایش کیفیت نهاده‌ها (سرمایه و نیروی کار) خدمات سرمایه و نیروی کار تولید می‌شوند که اثر آن در فرآیند تولید دیده می‌شود. سهم بهره‌وری‌های متبلور در نهاده‌ها از رشد تولید حدود ۸/۱ درصد بوده است که این موضوع هم دلالت بر اثر مثبت پیشران‌ها بر کشش‌های نهاده‌ها در صنایع کارخانه‌ای داشته است. در مدل بهره‌وری مستقل از نهاده، از میان سه پیشران رشد تحقیق و توسعه اثر معنادار بر IFP نداشته است. تجارت و تغییرات ساختاری اثر مثبت و معنادار در سطح ۱ درصد بر IFP داشته‌اند. ضریب شاخص تغییرات ساختاری بیان می‌دارد با افزایش این نسبت، بهره‌وری مستقل از نهاده افزایش می‌یابد. در واقع افزایش این نسبت به

معنای افزایش مقدار موجودی سرمایه نسبت به اشتغال در فرآیند تولید است، که این به معنای استفاده از سرمایه‌های جدید(مانند ماشین‌آلات و تجهیزات) در فرایند تولید است. در این میان، دو جزء بهره‌وری مستقل از نهاده (کارایی فنی و پیشرفت تکنولوژیکی) زمینه بهبود را فراهم می‌کنند.

جدول۴: برآورد اثرات پیشران‌های رشد بر کشش نهاده‌ها و بهره‌وری مستقل از نهاده، ۹۸-۱۳۸۲

متغیرها		کشش سرمایه	کشش نیروی‌کار	بهره‌وری مستقل از نهاده
تحقیق و توسعه		۰/۰۰۸**	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۲
		(۰/۰۰۳)	(۰/۰۰۳)	(۰/۰۰۰۸)
تجارت		۰/۰۰۴***	-۰/۰۰۲**	۰/۰۰۱***
		(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۰۴)
تغییرات ساختاری		۰/۰۰۴**	۰/۰۰۶***	۰/۰۱۴***
		(۰/۰۰۲)	(۰/۰۰۲)	(۰/۰۰۰۵)
عرض از مبداء		-۰/۳۴***	۱/۳۲***	-۰/۰۷***
		(۰/۰۲)	(۰/۰۳)	(۰/۰۰۶)
ضریب تعیین تعدیل شده		۰/۸۸	۰/۱	۰/۷۶
آماره F		۱۱۱/۹***	۱۷۷/۲***	۵/۷***
آماره هاسمن		۱۱/۹۵**	۲/۴۹	۵۷/۷***
روش برآورد		اثرات ثابت	اثرات تصادفی	اثرات ثابت
تعداد مشاهدات		۲۶۱	۲۶۱	۲۶۱

***** و ** به ترتیب معنادار در سطح ۱ و۵ درصد؛ اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند.**

۵ جمع‌بندی

در یک دهه گذشته چندین برنامه ملی، در چارچوب این پارادایم برای افزایش بهره‌وری حوزه‌های صنعتی تدوین گردیده است. در میان صنایع، صنعت مواد غذایی و آشامیدنی نقش غیرقابل انکاری در اقتصاد داشته و به همین دلیل بسیاری از کاربردهای انقلاب صنعتی چهارم به این صنعت مربوط می‌شود. این مقاله بدنبال پاسخ به این پرسش بود که نهاده‌های تولید(نیروی کار و سرمایه)، فناوری و بهره‌وری چه سهم و نقشی در تولید صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران دارد؟ دو رویکرد حسابداری رشد استاندارد و جدید برای ارزیابی این پرسش وجود دارد. در این مقاله از نظریه رشد درون‌زا و نظریه نوآوری القایی با بهره‌مندی از مدل مرزی تصادفی با ضرایب متغیر استفاده شد، که امکان تغییر کیفیت نهاده‌ها در روش حسابداری رشد فراهم گردد. این رویکرد جدید اثرگذاری فناوری بر رشد را از دو مسیر اثرگذاری بر نهاده‌ها (کارافزا و سرمایه‌افزا) و بهره‌وری مستقل دنبال می‌کند. بنابراین روش بهتری برای پایش اهمیت تکنولوژی است.

رویکرد جدید برای حسابداری رشد اقتصادی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران با استفاده از یک پانل متوازن متشکل از ۱۷ صنعت مواد غذایی و آشامیدنی کد دورقمی طبقه‌بندی ISIC از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۸ بکار گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد از یک سو در فرآیند تولید، نیروی‌کار با موجودی سرمایه نسبتا مکمل یکدیگر بوده‌اند. از سوی دیگر، روند بازدهی مقیاس صعودی بوده که این با نظریه رشد درونزا سازگار است. تجزیه رشد ارزش افزوده نشان داد که همچنان نهاده‌ها (سرمایه و نیروی کار) نقش غالب در رشد اقتصادی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی دارند. با این وجود بخشی از مشارکت

آن‌ها در رشد ارزش افزوده بدلیل حضور فناوری است. یافته‌ها نشان دادند که فناوری، بیشتر در بهره‌وری نیروی‌انسانی متجلی شده‌اند و فناوری کارافزا سهم مهمی در رشد ارزش افزوده صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران داشته است. سهم فناوری سرمایه‌افزا در فرایند تولید اندک است. همچنین نتایج نشان داد روش سنتی حسابداری رشد دچار خطای کم برآوردی در برآورد سهم TFP است. روش جدید حسابداری رشد نشان داد که فناوری هم بر بهره‌وری نهاده‌ها (سرمایه و نیروی‌کار) موثر بوده و هم نقش مهمی در بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها دارد.

متوسط کارایی فنی صنعت مواد غذایی و آشامیدنی ایران حدود ۷۸/۴ درصد بوده و با مرز کارایی فاصله قابل توجه ۲۱/۶ درصدی داشته است. البته متوسط کارایی با گذشت زمان بهبود یافته است. همچنین پیشرفت فناوری نیز متوسط سالانه حدود ۲ درصد بوده است.

در بخش دوم اثر پیشران‌های رشد اقتصادی بر کشش نهاده‌ها و بهره‌وری مستقل از نهاده‌ها با روش اثرات ثابت و تصادفی برآورد شد. نتایج نشان داد پیشران‌های رشد یعنی تحقیق و توسعه، تجارت و تغییرات ساختاری بر کشش سرمایه اثر مثبت و معنادار دارند. در مدل کشش نیروی‌کار نیز تحقیق و توسعه و تغییر ساختاری اثر مثبت و معنادار و تجارت اثر منفی و معنادار بر کشش سرمایه دارند. این بدان معناست که پیشران‌های رشد سبب افزایش کیفیت نیروی‌کار و سرمایه در فرآیند تولید شده‌اند.

منابع

Abtahi, S. H., & Kazemi, B. (2015). *Productivity (Principles, Basics, Methods of Increase and Measurement)*, Fojan Publishing (in Persian).

Aghion, P. & Peter H. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60, (2), 323-351.

Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21-37.

Bader, F., & Rahimifard, S. (2020). A methodology for the selection of industrial robots in food handling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 64, 102379.

Baldini, C., Bava, L., Zucali, M., & Guarino, M. (2018). Milk production Life Cycle Assessment: A comparison between estimated and measured emission inventory for manure handling. *Science of The Total Environment*, 625, 209-219.

Bai, Y., & Zhang, J. (2010). Solving the Feldstein–Horioka puzzle with financial frictions. *Econometrica*, 78(2), 603-632.

Bassem, B. S. (2014). Total factor productivity change of MENA microfinance institutions: A Malmquist productivity index approach. *Economic Modelling*, 39, 182-189.

Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3(1), 153-169.

Clairand, J. M., Briceno-Leon, M., Escriva-Escriva, G., & Pantaleo, A. M. (2020). Review of energy efficiency technologies in the food industry: trends, barriers, and opportunities. *IEEE Access*, 8, 48015-48029.

Dashti, Gh., Sani, F., Ghahramanzadeh, M., Sani, R. (2019). Analysis and Measurement of Productivity Growth of Total Factors of Production in the Dairy Industry of Iran. *Animal Science Research Journal (Agricultural Knowledge)*, 29 (1), pp. 61-76 (in Persian).

Deininger, K., & Jin, S. (2005). The potential of land rental markets in the process of economic development: Evidence from China. *Journal of Development Economics*, 78(1), 241-270.

Fathabadi, M., Soufi Majidpour, M. (2018). Higher Education, Technical Efficiency and Total Productivity Changes; Evidences of Iran's Manufacturing Industries. *Research and Planning in Higher Education Journal*, 24 (2), pp. 27-51 (in Persian).

Feng, CH; Wang, M; Liu, G; Huang, J. (2017). Sources of economic growth in China from 2000–2013 and its further sustainable growth path: A three-hierarchy meta-frontier data

envelopment analysis, *Economic Modelling Journal*, 64, 334-348.

Fissel, B; Felthoven, R; Kasperiski, S; O'Donnell, CH. (2015).

Decomposing productivity and efficiency changes in the Alaskahead and gut factory trawl fleet, *Marine Policy Journal*, 62, 337–346.

Gallup, J. L., & Sachs, J. D. (2000). Agriculture, climate, and technology: why are the tropics falling behind? *American Journal of Agricultural Economics*, 82(3), 731-737.

Hammond, G. W., & Thompson, E. C. (2008). Determinants of income growth in metropolitan and non-metropolitan labor markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(3), 783-793.

Hastie, T., & Tibshirani, R. (1993). Varying-coefficient models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 55(4), 757-779.

Herrendorf, B., Rogerson, R., & Valentinyi, A. (2014). Growth and structural transformation. *Handbook of economic growth*, 2, 855-941.

Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data*. Cambridge university press.

Isazadeh, S., Soufi Majidpour, M. (2017). Total Productivity Growth of Production Factors, Technological Progress, Efficiency Changes: Empirical Evidence from Iran's Manufacturing Industries. *Economic Modeling Journal*, 11 (4), pp. 29-48 (in Persian).

Jahangard, E., Feizabadi, F. (2019). Analyzing Sources of Productivity Growth of Total Factors of Production in Iran's Economy. *New Economy and Business Journal*, 14 (4), pp. 1-25. (in Persian).

Jin, S., Huang, J., Hu, R., & Rozelle, S. (2002). The creation and spread of technology and total factor productivity in China's agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4), 916-930.

Jones, C. I. (2002). Sources of US economic growth in a world of ideas.

American Economic Review, 92(1), 220-239.

Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (2000). US economic growth at the industry level. *American Economic Review*, 90(2), 161-167.

Kalio, A; Mutenyo, J; Owuor, G. (2012). Analysis of Economic Growth in Kenya: Growth Accounting and Total Factor Productivity, *Applied Economics*, 1(6), 2-22.

Kodan, R., Parmar, P., & Pathania, S. (2020). Internet of things for food sector: Status quo and projected

potential. *Food Reviews International*, 36(6), 584-600.

Komeijani, A., Mahmoodzadeh, M. (2008). The role of Information and Communication Technology in Iran's Economic Growth (Growth Accounting Approach). *Economic Research Journal*, 8 (29), pp. 75-107. (in Persian).

Konur, S., Lan, Y., Thakker, D., Morkyani, G., Polovina, N., & Sharp, J. (2021). Towards design and implementation of Industry 4.0 for food manufacturing. *Neural Computing and Applications*, 1-13.

Li, D., Chen, J., & Gao, J. (2011). Non-parametric time-varying coefficient panel data models with fixed effects. *The Econometrics Journal*, 14(3), 387-408.

Mahmoudi, N., Hosseinpour, A., Rezaie, M. (2019). Analysis of the Total Productivity of Production Factors in Selected Sectors despite the Economic Sanctions Index. *Economic Research Journal*, 54 (3), pp. 659-693 (in Persian).

Mahmoodzadeh, M., Fathabadi M. (2016). Driving Factors of Total Productivity of Production Factors in Iran's Manufacturing Industries. *Journal of Economic Modeling Studies*, 26 (4), pp. 141-165 (in Persian).

Mahmoodzadeh, M., Mousavi, M. H., Paknahad, F. (2015). Accounting for the Growth of Added Value in Iran's Manufacturing Industries with an Emphasis on Information Technology. *Economic Modeling Journal*, 9 (4), pp. 41-64 (in Persian).

Mahmoodzadeh, M., Zeitoon Nejad Moosavian, S. A. (2012). Measuring and Analyzing the Sources of Economic Growth in the Mining Sector in Iran. *Macroeconomic Research Journal*, 7 (13), pp. 121-142. (in Persian).

Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 435-444.

Mia, A. Bassem, I. (2016). Productivity and its determinants in microfinance institutions (MFIs): Evidence from South Asian countries, *Economic Analysis and Policy*, 51, 32-45.

Mia, M. A., Chandran, V. G. R. (2015). Measuring Financial and Social Outreach Productivity of Microfinance Institutions in Bangladesh. *Social Indicators Research*, 1-23.

Miller, D. J. (2002). Entropy-based methods of modeling stochastic production efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(5), 1264-1270.

Oh, D.H. Lee, Y.G. (2016). Productivity decomposition and economies of scale of Korean fossil-fuel power generation companies: 2001-2012. *Energy*, 100, 1-9.

Pope, R. D., & LaFrance, J. T. (2013). Robust error specification in a production system. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(3), 669-684.

Sharma, S; Sylwester, K, Margono, H. (2007). Decomposition of total factor productivity growth in U.S. states, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 47(2), 215-241.

Shee, A., & Stefanou, S. E. (2015). Endogeneity corrected stochastic production frontier and technical

efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(3), 939-952.

Sheng, Y., Ding, J., & Huang, J. (2019). The relationship between farm size and productivity in agriculture: Evidence from maize production in Northern China. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(3), 790-806.

Sickles, R. C. (2005). Panel estimators and the identification of firm-specific efficiency levels in parametric, semiparametric and nonparametric settings. *Journal of Econometrics*, 126(2), 305-334.

Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2), 334-361.

van Geest, M., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Design of a reference architecture for developing smart warehouses in industry 4.0. *Computers in Industry*, 124, 103343.

Wang, X., Yamauchi, F., & Huang, J. (2016). Rising wages, mechanization, and the substitution between capital and labor: evidence from small scale farm system in China. *Agricultural Economics*, 47(3), 309-317.