

## سنجش رشد بهره‌وری عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران

دکتر باقر کرد\*

### چکیده

هدف محوری این مقاله سنجش بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) در صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از پسماند سولو در شرایط رقابت ناقص و بازده غیرثابت نسبت به مقیاس است. از این رو در این مقاله از رویکرد یانگ و سی برای برآورد TFP روش هال و راجر در صنایع کد دو رقمی ISIC استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که صنایع محصولات کانی غیرفلزی، ساخت فلزات اساسی، محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی بیشترین TFP براساس رویکرد راجر را داشته‌اند. همچنین صنایع تولید سایر تجهیزات حمل و نقل، تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات، ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت و ماشین آلات و دستگاه‌های برقی کمترین TFP را در صنایع کارخانه‌ای ایران دارا بوده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** صرفه‌های مقیاس، رقابت ناقص، صنعت، بهره‌وری عوامل تولید (TFP)  
طبقه بندی JEL: D16, L83

### ۱-مقدمه

محیط‌های تولید جدید، همواره با تغییرات و تحولات مداوم همراه بوده و بازار فروش بنگاه‌های اقتصادی به سرعت رقابتی می‌شود. فعالیت در این چنین محیط‌هایی، نیازمند ایجاد مزیت‌های رقابتی پویا است. لذا استفاده بهینه از منابع موجود و تبدیل آنها به دارایی‌های رقابتی، الزامی برای فعالیت در این چنین محیط‌هایی است. رشد بهره‌وری ضرورت هر شرکت و بنگاه اقتصادی تلقی شده و موجبات بهبود وضعیت اقتصادی، تحقیق و توسعه و دیگر فعالیت‌های آتی شرکت را فراهم می‌آورد.

---

\* دانشیار گروه مدیریت دانشگاه سیستان و بلوچستان

نسبت بهره وری کل یک واحد تولیدی، به صورت نسبت ارزش کل ستاده‌های حاصله به ارزش کل نهاده‌های مصرفی تعریف می‌شود. همچنین، نسبت‌های بهره‌وری جزئی به صورت نسبت ارزش کل ستاده‌ها به ارزش هر یک از نهاده‌ها تعریف شده‌اند. از آنجا که تعاریف اولیه بهره‌وری، دارای نارسایی‌هایی بودند، تعاریف دقیق مبتنی بر نظریه «توابع تولید در بهره‌وری» مطرح شد و شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)<sup>۱</sup> تعریف گردید. پس از آن، مطالعات خرد و کلان گسترده‌ای در سطح بنگاه‌های اقتصادی صنایع در کشورهای مختلف انجام پذیرفت که براساس شاخص مزبور استوار بودند. همچنین، بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) منعکس‌کننده کارایی و اثربخشی عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار) که با هم برای تولید کالا و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز می‌باشد. TFP شامل تمامی اثراتی می‌شود که توسعه کیفی را ایجاد کرده و باعث می‌شوند ستاده‌ها افزایش یابند بدون آنکه نهاده‌ها اضافه شوند. به طور خلاصه، TFP شامل استفاده هوشمندانه‌تر و بهتر از منابع در دسترس است. در این مقاله برای سنجش TFP از پسماند سولو استفاده شده است. دو رویکرد متداول برای سنجش پسماند سولو در شرایط رقابت ناقص وجود دارد. یکی رویکرد هال و دیگری رویکرد راجر است. شایان ذکر است که در رویکرد پسماند سولو، نرخ رشد TFP به صورت میانگین وزنی درآمد مربوط به نرخ رشد قیمت نهاده‌ها منهای نرخ رشد قیمت تولید تعریف می‌شود.

این پژوهش با توجه به نتایج هال (۱۹۸۸ و ۱۹۹۰) و در نظر گرفتن بازار رقابت ناقص با بازده غیر ثابت نسبت به مقیاس نشان خواهد داد که نرخ رشد TFP مدل هال، نرخ رشد بهره وری واقعی را منعکس نمی‌کند. رقابت ناقص یا بازدهی‌های کاهنده نسبت به مقیاس سبب انحراف مقادیر مربوط به TFP مدل هال می‌شود. ضمناً، این مقاله سعی دارد تا تفاوت تئوریک مقادیر TFP مدل هال و TFP مدل راجر را بدون اعمال دو فرض فوق استخراج نماید. در این مقاله نشان داده شده است که تفاوت بین این دو شاخص به نرخ‌های رشد سهم عوامل تولید بستگی دارد. بنابراین، تا زمانی که نسبت عوامل بر حسب درآمد ثابت باقی بماند، تفاوت بین نرخ رشد مقادیر TFP مدل هال و TFP مدل راجر حتی با در نظر گرفتن رقابت ناقص و بازدهی غیر ثابت نسبت به مقیاس از بین می‌رود.

همچنین در بخش تجربی این مقاله درصددیم تا با بررسی رویکرد یانگ و سی به برآورد رشد بهره‌وری در حضور بازار ناقص و بازده غیرثابت نسبت به مقیاس بپردازیم. این پژوهش در ابتدا از طریق رگرسیون پانل به برآورد مارک آپ هر صنعت و صرفه‌های مقیاس می‌پردازد و سپس به محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کد دو رقمی ISIC با در نظر گرفتن ساختار رقابت ناقص و بازده غیر ثابت نسبت به مقیاس می‌پردازد.

## ۲- پیشینه تحقیق

هال<sup>۱</sup> (۱۹۸۸ و ۱۹۹۰) نشان داد هنگامی که فروض رقابت کامل و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس نقض شود دیگر نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل (*TFP*) بیانگر رشد بهره‌وری واقعی<sup>۲</sup> نیست. هال بر اساس داده‌های بخش تولیدات کارخانه‌ای آمریکا مشاهده کرد که *TFP* با تعدادی از متغیرهای کلان برون‌زا همبسته بوده که مبین وجود بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس و رقابت ناقص در این بخش می‌باشد.

مطالعات متعددی با توجه به یافته‌ها و رویکرد هال انجام گرفته است. رویکرد هال یک تکنیک استاندارد در ادبیات موضوع رقابت و بازده مقیاس شناخته می‌شود. از طریق رگرسیون هال می‌توان ماهیت بازده مقیاس و وضعیت رقابت در یک صنعت را مورد ارزیابی قرار داد. مطالعات کابالرو و لیونز<sup>۳</sup> (۱۹۹۰ و ۱۹۹۲)، بارتلسمن و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۹۴) و بازو و فرنالده<sup>۵</sup> (۱۹۹۷)، کومبهاکر<sup>۶</sup> (۲۰۱۳) و هاروی<sup>۷</sup> (۲۰۱۳) با استفاده از این رویکرد توانست اهمیت تجربی بازده غیرثابت مقیاس را در توضیح اثرات ادوار تجاری در صنایع آمریکا و اروپا نشان دهد. لوینسون<sup>۸</sup> (۱۹۹۳) و هریسون<sup>۹</sup> (۱۹۹۴) همچنین با استفاده از رگرسیون هال به بررسی اثر آزادسازی تجاری بر روی قدرت انحصاری بنگاه‌های داخلی پرداختند.

1 -Hall.

2 -True productivity growth.

3 -Caballero and Lyons.

4 - Bartelsman et al.

5 -Basu and Fernald.

6 -Kumbhakar

7 -Harvie

8 -Levinsohn

9 -Harrison

راجر (۱۹۹۵) با ترکیب اطلاعات بخش تولید و هزینه در چارچوب یک مدل نظری نشان داد که وجود قدرت بازار باعث کم برآورد کردن رشد بهره وری  $TFP$  می‌شود. در ادبیات موضوع رشد بهره وری مطالعات متعددی مانند مطالعه یانگ<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) و (۱۹۹۵)، سی<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) صورت پذیرفته است. یانگ (۱۹۹۲) شواهد کمی از رشد  $TFP$  مدل حال در اقتصاد سنگاپور را ارائه کرد. عملکرد ضعیف مدل حال در تبیین رشد  $TFP$  همچنین در مطالعه دیگر این نویسنده (۱۹۹۵) با داده های بخش تولید نیز مورد تأیید قرار گرفت. سی (۲۰۰۸) براساس نتایج متکی به نرخ غیرکاهنده بازدهی سرمایه گذاری سرمایه (به عنوان شاخصی از رشد بهره وری بالا) در سنگاپور، یافته های یانگ را با استفاده از مدل حال مورد چالش قرار می دهد.

### ۳- مبانی نظری رابطه بین $TFP$ مدل حال و $TFP$ مدل راجر

مهمترین فروض مدل کلاسیک عبارتند از: بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، تولیدات غیر یکسان و بازارهای کاملاً رقابتی برای بازارهای تولید و نهاده. تحت این فروض، فرض می شود که  $i$  شاخص صنعت،  $t$  شاخص زمان،  $Y_{it}$  نرخ رشد تولید،  $L_{it}$  نرخ رشد عامل نیروی کار،  $K_{it}$  عامل سرمایه می باشد. از این رو خواهیم داشت:

$$\hat{Y}_{it} = \hat{A}_{it} + \theta_{iL} \hat{L}_{it} + \theta_{iK} \hat{K}_{it} \quad (1)$$

که در آن  $A_{it}$  نرخ رشد بهره وری خنثی هیکس<sup>۳</sup>،  $\theta_{iX}$  سهم عوامل تولید  $X$  در آمد کل و  $\theta_{iL} + \theta_{iK} = 1$  است. بنابراین:

$$\hat{A}_{it} = \left( \frac{\hat{Y}_{it}}{\hat{K}_{it}} \right) - \theta_{iL} \left( \frac{\hat{L}_{it}}{\hat{K}_{it}} \right) \quad (2)$$

رابطه مشابهی همچنین بین نرخ رشد قیمت تولید  $p_{it}$ ، نرخ رشد دستمزد  $w_{it}$  و قیمت اجاره  $r_{it}$  با استفاده از روش راجر بصورت زیر وجود دارد:

1 -Young.

2 -Hsieh.

3 - Hicks neutral productivity

$$\hat{p}_{it} = \theta_{iL} \hat{w}_{it} + \theta_{iK} \hat{r}_{it} - \hat{A}_{it} \Rightarrow \quad (3)$$

$$\hat{A}_{it} = \theta_{iL} \left( \frac{\hat{w}_{it}}{\hat{r}_{it}} \right) - \left( \frac{\hat{p}_{it}}{\hat{r}_{it}} \right) \quad (4)$$

بنابراین می‌توان نرخ رشد TFP هال (جزء اخلاص سولو) و نرخ رشد TFP راجر را تعریف کرد. عبارتی در صورت فرض عبارات  $\hat{TFP}_{it}^P$  و  $\hat{TFP}_{it}^D$  به ترتیب به عنوان نرخ رشد TFP هال و نرخ رشد TFP راجر خواهیم داشت که:

$$\hat{TFP}_{it}^P = \left( \frac{\hat{Y}_{it}}{\hat{K}_{it}} \right) - \theta_{iL} \left( \frac{\hat{L}_{it}}{\hat{K}_{it}} \right) \quad (5)$$

$$\hat{TFP}_{it}^D = \theta_{iL} \left( \frac{\hat{w}_{it}}{\hat{r}_{it}} \right) - \left( \frac{\hat{p}_{it}}{\hat{r}_{it}} \right) \quad (6)$$

باید اشاره شود که نرخ‌های رشد هر دو شاخص بصورت نظری تحت فرض بازدهی ثابت مقیاس و بازار رقابت کامل است و بوسیله آن می‌توان رشد بهره‌وری واقعی ( $A_{it}$ ) را اندازه‌گیری کرد. در ادامه به جزییات مدل هال و راجر برای سنجش TFP می‌پردازیم.

### ۳-۱- تحلیل مدل هال

در صورت فرض وجود تابع تولید صنعت  $i$  در دوره  $t$  بصورت زیر خواهیم داشت:

$$Y_{it} = A_{it} F_i(L_{it}, K_{it}) \quad (7)$$

با گرفتن لگاریتم و سپس دیفرانسیل کامل با توجه به زمان از معادله فوق خواهیم داشت:

$$\frac{\partial Y_{it} / \partial t}{Y_{it}} = \frac{\partial A_{it} / \partial t}{A_{it}} + \frac{\partial L_{it} / \partial t}{L_{it}} \frac{L_{it}}{F_{it}} \frac{\partial F_i}{\partial L_i} + \frac{\partial K_{it} / \partial t}{K_{it}} \frac{K_{it}}{F_{it}} \frac{\partial F_i}{\partial K_i} \quad (8)$$

کشش تولید با توجه به نهاده  $X$  در صورت فرض  $\hat{X}_i = \frac{\partial X / \partial t}{X}$  و  $\frac{X}{F} \frac{\partial F}{\partial X} = \frac{X}{Y} \frac{\partial Y}{\partial X} = \alpha_X$

در معادله فوق به رابطه زیر ساده می‌شود:

$$\hat{Y}_{it} = \hat{A}_{it} + \alpha_{iL} \hat{L}_{it} + \alpha_{iK} \hat{K}_{it} \quad (9)$$

تابع تولید  $F_i$  برای هر  $i$  فرض می‌شود که درجه همگنی از مرتبه  $S_i$  دارد. اندازه  $S_i$  نسبت به عدد یک بیانگر درجه بازدهی مقیاس صنعت مورد نظر است. بازدهی مقیاس

فزاینده، ثابت یا کاهنده است در صورتی که  $S_i$  به ترتیب درجه بزرگتر، برابر و کوچکتر از واحد داشته باشد. با توجه به قضیه اوایلر مربوط به توابع همگن داریم:

$$\alpha_{iL} + \alpha_{iK} = S_i \quad (10)$$

معادله ۹ را با در نظر گرفتن  $x = \frac{X}{K}$  می توان بصورت زیر بازنویسی کرد:

$$\hat{Y}_{it} - \hat{K}_{it} = \hat{A}_{it} + \alpha_{iL} (\hat{L}_{it} - \hat{K}_{it}) + (S_i - 1) \hat{K}_{it} \quad (11)$$

$$\hat{y}_{it} = \hat{A}_{it} + \alpha_{iL} \hat{l}_{it} + (S_i - 1) \hat{K}_{it} \quad (12)$$

بر مبنای مباحث اقتصاد خرد، مارک آپ بنگاه  $i$  را می توان بصورت زیر تعریف نمود:

$$\mu_i = \frac{P_{it}}{m_{it}} \quad (13)$$

ضمناً در اینجا از  $\theta_{iL}$  به عنوان سهم نیروی کار در درآمد کل نیز استفاده می شود. بر اساس قضیه (A2) اشاره شده در پیوست (یعنی  $\alpha_{iL} = \mu_i \theta_{iL}$ ) می توان معادله شماره ۱۲ را بصورت زیر ساده کرد:

$$\hat{y}_{it} = \hat{A}_{it} + \mu_i \theta_{iL} \hat{l}_{it} + (S_i - 1) \hat{K}_{it} \quad (14)$$

بنابراین، رابطه بین نرخ رشد TFP هال و  $\hat{A}_{it}$  (نرخ رشد بهره وری واقعی) در حضور رقابت ناقص ( $\mu \neq 1$ ) و بازدهی های غیرثابت مقیاس ( $S \neq 1$ ) عبارت است از:

$$\begin{aligned} \hat{TFP}_{it}^P &= \hat{y}_{it} - \theta_{iL} \hat{l}_{it} \\ &= \hat{A}_{it} + (\mu_{i-1}) \theta_{iL} \hat{l}_{it} + (S_i - 1) \hat{K}_{it} \end{aligned} \quad (15)$$

که بر اساس معادله فوق می توان نتیجه گرفت که در صورت فرض  $0 < \hat{L}_{it} < \hat{K}_{it}$ ، نرخ رشد TFP هال کمتر از نرخ رشد بهره وری واقعی است اگر مارک آپ بزرگتر از یک بوده و تکنولوژی بصورت کاهنده باشد.<sup>۱</sup> یعنی قدرت بازار و بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس نشان می دهد که نرخ رشد TFP هال کمتر از رشد بهره وری واقعی کاهش می یابد.

۱- اثبات: با داشتن  $0 < \hat{L}_{it} < \hat{K}_{it} \Rightarrow \hat{l}_{it} < 0$  آنگاه بر اساس معادله ۱۵:  $\hat{TFP}_{it}^P < \hat{A}_{it}$  and  $S_i < 1 \Rightarrow \mu_i > 1$

## ۳-۲- تحلیل راجر

در صورت فرض  $C(w_{it}, r_{it}, F_i(L_{it}, K_{it}))$  به عنوان تابع هزینه کل، خواهیم داشت:

$$C(w_{it}, r_{it}, F_i(L_{it}, K_{it})) = w_{it}L_{it} + r_{it}K_{it} \quad (۱۶)$$

عبارت  $C$  همگن درجه یک از عوامل  $L_{it}$  و  $K_{it}$  است. تابع  $F_i(L_{it}, K_{it})$  همگن از درجه  $S_i$  و در نهایت  $C_i$  همگن از درجه  $\frac{1}{S_i}$  در تابع  $F_i(L_{it}, K_{it})$  بر اساس مباحث مطرح شده در پیوست است. همگنی، توانایی ساده کردن این تابع را به ما می دهد:

$$\begin{aligned} C(w_{it}, r_{it}, F_i(L_{it}, K_{it})) &= (F_i(L_{it}, K_{it}))^{\frac{1}{S_i}} G_i(w_{it}, r_{it}) \\ &= \left(\frac{Y_{it}}{A_{it}}\right)^{\frac{1}{S_i}} G_i(w_{it}, r_{it}) \end{aligned} \quad (۱۷)$$

که در آن  $G(w, r) = C(w, r, 1)$  تابع هزینه واحد متکی به قیمت نهاده ها است. از این رو، با توجه به عدم تغییر قیمت نهاده ها، یا بنگاه هر چه بیشتر تولید می کند، یا بنگاه کمترین کارایی را دارد. به منظور یافتن تابع هزینه نهایی ( $m_{it}$ ) از معادله ۱۷ نسبت به  $Y_{it}$  دیفرانسیل گرفته می شود:

$$m_{it} = \frac{\partial C_{it}}{\partial Y_{it}} = \frac{1}{S_i} \frac{Y_{it}^{\frac{1}{S_i}-1}}{A_{it}^{\frac{1}{S_i}}} G_i(w_{it}, r_{it}) \Rightarrow \quad (۱۸)$$

$$\ln m_{it} = -\ln S_i + \left(\frac{1}{S_i} - 1\right) \ln Y_{it} - \frac{1}{S_i} \ln A_{it} + \ln G_i(w_{it}, r_{it})$$

یا دیفرانسیل گیری معادله ۱۸ نسبت به زمان خواهیم داشت که:

$$\begin{aligned} \hat{m}_{it} &= \left(\frac{1}{S_i} - 1\right) \hat{Y}_{it} - \frac{1}{S_i} \hat{A}_{it} + \frac{w_{it}}{G_{it}} \frac{\partial G_{it}}{\partial w_{it}} \hat{w}_{it} + \frac{r_{it}}{G_{it}} \frac{\partial G_{it}}{\partial r_{it}} \hat{r}_{it} \\ &= \left(\frac{1}{S_i} - 1\right) \hat{Y}_{it} - \frac{1}{S_i} \hat{A}_{it} + \frac{w_{it}L_{it}}{C_{it}} \hat{w}_{it} + \frac{r_{it}K_{it}}{C_{it}} \hat{r}_{it} \end{aligned} \quad (۱۹)$$

عبارت زیر را می توان از معادلات ۱۷ و ۱۸ استخراج کرد:

$$\left(\frac{\hat{m}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) = \left(\frac{1}{S_i} - 1\right) \hat{Y}_{it} - \frac{1}{S_i} \hat{A}_{it} + \frac{w_{it}L_{it}}{C_{it}} \left(\frac{\hat{w}}{\hat{r}_{it}}\right) \quad (۲۰)$$

که در آن  $\frac{w}{G} \frac{\partial G}{\partial w} = \frac{wL}{G} \left(\frac{A}{Y}\right)^{\frac{1}{s}} = \frac{wL}{C}$  با توجه به تعریف  $G(w, r)$  بدست آمده است. اگر فرض شود که سهم پرداخت عوامل  $X$  در هزینه کل صنعت  $i$  بصورت  $c_{iX} = \frac{w_i X_i}{C_i}$  و ضریب مارک-آپ ( $\mu_i$ ) در طول زمان بطوری ثابت  $\hat{p}_{it} = \hat{m}_{it}$  باشد. آنگاه با ضرب دو طرف معادله ۱۹ در  $S_i$  و بازنویسی دوباره آن خواهیم داشت:

$$\left(\frac{\hat{r}_{it}}{\hat{p}_{it}}\right) = \hat{A}_{it} - S_i c_L \left(\frac{\hat{w}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) + (s_i - 1) \left(\frac{\hat{p}_{it} \hat{Y}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) \quad (21)$$

معادله ۲۱ را با استفاده از رابطه  $S_i c_L = \mu_i \theta_{iL}$  (اشاره شده در پیوست) می توان به صورت زیر ساده کرد:

$$\left(\frac{\hat{r}_{it}}{\hat{p}_{it}}\right) = \hat{A}_{it} + \mu_i \theta_{iL} \left(\frac{\hat{r}_{it}}{\hat{w}_{it}}\right) + (s_i - 1) \left(\frac{\hat{p}_{it} \hat{Y}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) \quad (22)$$

که در آن سهم پرداخت عامل  $L$  در درآمد کل صنعت  $i$  بصورت  $\theta_{iL} = \frac{w_i L_i}{p_i Y_i}$  است. رابطه

بین نرخ رشد TFP راجر و نرخ رشد بهره وری واقعی ( $\hat{A}_{it}$ ) با توجه به رقابت ناقص ( $\mu \neq 1$ ) و بازدهی غیر ثابت نسبت به مقیاس ( $S \neq 1$ ) بصورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} TFP_{it}^D &= \theta_{it} \left(\frac{\hat{w}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) - \left(\frac{\hat{p}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) \\ &= \hat{A}_{it} + (\mu_i - 1) \theta_{iL} \left(\frac{\hat{r}_{it}}{\hat{w}_{it}}\right) + (S_i - 1) \left(\frac{\hat{p}_{it} \hat{Y}_{it}}{\hat{r}_{it}}\right) \end{aligned} \quad (23)$$

بر اساس معادله اخیر در صورت فرض  $0 < \hat{r}_{it} < \hat{w}_{it}$  و  $\hat{r}_{it} < \hat{p}_{it} \hat{Y}_{it}$ ، نرخ رشد TFP راجر کمتر از نرخ رشد بهره‌وری واقعی است اگر مارک-آپ بزرگتر از یک و



تکنولوژی کاهنده نسبت به مقیاس باشد.<sup>۱</sup> قضیه فوق نشان می دهد که دو فرض رقابت ناقص و بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس ممکن است به کمتر برآورد شدن رشد بهره وری واقعی منجر شود. توجه شود که راجر (۱۹۹۵) نشان می دهد که رقابت ناقص (در صورتی که هنوز از فرض بازدهی ثابت به مقیاس ( $S_i = 1$ ) در TFP راجر استفاده شود) منجر به کم برآورد شدن رشد بهره وری واقعی می گردد. به عبارتی دیگر، راجر تنها یکی از سناریوهای قضیه فوق را در نظر می گیرد.

### ۳-۳- تفاضل دو شاخص هال و راجر

این مساله مشخص است که اگر  $\mu \neq 1$  یا  $S \neq 1$  باشد، آنگاه نرخ رشد TFP راجر یا TFP هال منعکس کننده نرخ رشد واقعی بهره وری نیستند. تفاضل بین دو نرخ رشد محاسبه شده TFP را می توان از طریق تفریق معادله ۲۳ از معادله ۱۵ بدست آورد:

$$\widehat{TFP}_{it}^P - \widehat{TFP}_{it}^D = (\mu_i - 1) \theta_{iL} \left( \frac{\widehat{w}_{it} L_{it}}{\widehat{r}_{it} K_{it}} \right) + (S_i - 1) \left( \frac{\widehat{r}_{it} K_{it}}{\widehat{p}_{it} Y_{it}} \right) \quad (24)$$

از این رو، حضور رقابت ناقص و بازده غیرثابت نسبت به مقیاس به لحاظ تئوریکی باعث ایجاد تفاوت مقداری بین این دو شاخص می شود. با این حال، با توجه به ثابت بودن سهم نهاده ها به درآمد کل در جهان واقعی، طرف راست معادله ۲۴ در عمل حتی زمان وجود رقابت ناقص و بازدهی غیرثابت مقیاس نیز برابر صفر است. شایان ذکر است که اگر سهم عوامل نیروی کار و سرمایه در درآمد کل ثابت باشد، آنگاه نرخ رشد TFP هال برابر نرخ رشد TFP راجر می شود.<sup>۲</sup>

$$1- اثبات: اگر  $\widehat{r}_{it} < \widehat{w}_{it}$  و  $0 < \widehat{r}_{it} < \widehat{p}_{it} Y_{it}$  خواهیم داشت که:  $\left( \frac{\widehat{p}_{it} Y_{it}}{\widehat{r}_{it}} \right) > 0$  and  $\left( \frac{\widehat{r}_{it}}{\widehat{w}_{it}} \right) < 0$$$

آنگاه  $\mu_i > 1$  و  $S_i < 1$  منتج به  $\widehat{TFP}_{it}^D < \widehat{A}_{it}$  با توجه به معادله ۲۳ خواهد شد.

$$2- اثبات. سهم ثابت نهاده ها منتج به  $0 = \left( \frac{\widehat{w}_{it} L_{it}}{\widehat{r}_{it} K_{it}} \right) = 0 \Rightarrow \left( \frac{\widehat{w}_{it} L_{it}}{\widehat{p}_{it} Y_{it}} \right) = \left( \frac{\widehat{r}_{it} K_{it}}{\widehat{p}_{it} Y_{it}} \right)$  می شود. آنگاه با توجه به معادله ۲۴$$

$$\widehat{TFP}_{it}^P - \widehat{TFP}_{it}^D = 0$$
 خواهیم داشت که:

## ۴. مدل رگرسیونی تحقیق

به منظور برآورد رشد بهره‌وری با توجه به شرایط رقابت ناقص و بازدهی غیر ثابت مقیاس براساس معادلات ۱۴ و ۱۵ باید در ابتدا به تخمین مارک-آپ و ضریب مقیاس پرداخته شود:

$$\hat{y}_{it} = \hat{A}_{i1} + \beta_{i2} \theta_{iL} \hat{l}_{it} + \beta_{i3} \hat{K}_{it} \quad (25)$$

$$\left( \frac{\hat{r}_{it}}{\hat{p}_{it}} \right) = \hat{A}_{i1} + r_{i2} \theta_{iL} \left( \frac{\hat{r}_{it}}{\hat{w}_{it}} \right) + r_{i3} \left( \frac{\hat{p}_{it} \hat{Y}_{it}}{\hat{r}_{it}} \right) \quad (26)$$

مقادیر برآورد شده  $\beta_{i2}$  و  $\gamma_{i2}$  مارک-آپ‌های صنعت مورد نظر و یک به اضافه مقادیر برآورد شده  $\beta_{i3}$  و  $\gamma_{i3}$  بازدهی‌های مقیاس صنعت مورد نظر را نشان می‌دهند. به عبارتی دیگر، رگرسیون‌های هال و راجر در صورت لحاظ محدودیت‌های زیر با یکدیگر برابر خواهند بود:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \gamma_1 \\ \beta_2 &= \gamma_2 \\ \beta_3 &= \gamma_3 \end{aligned} \quad (27)$$

با تخمین‌های ثابت مارک-آپ و ضریب مقیاس می‌توان رشد بهره‌وری صنعت را از معادلات ۱۴ و ۱۵ استخراج نمود. با این حال، معادلات ۲۵ و ۲۶ به وضوح دارای مشکل درون‌زایی هستند. بنابراین، تخمین‌های حداقل مربعات ضرایب نرخ رشد نیروی کار (به ازای یک واحد سرمایه) و نرخ رشد سرمایه‌دارای تورش خواهند بود. به علاوه، همانطور که در رابطه اولی و پاکس (۱۹۹۶) مشاهده می‌شود، تورش انتخاب در تصریح فوق به دلیل رفتار ورود یا خروج بنگاه وجود دارد. با توجه به این موضوع، تنها بنگاه‌های مولد قادر به باقی ماندن در بازار خواهند بود و بنگاه‌های غیر مولد نمی‌توانند در این بازار ادامه فعالیت داشته باشند. تخمین‌های حداقل مربعات رشد سرمایه بدون در نظر گرفتن احتمال باقی ماندن بنگاه‌ها در صنعت مورد نظر دارای تورش هستند. از این رو در این مقاله به منظور لحاظ مشکلات درون‌زایی و تورش انتخاب، ابتدا از روش اثر ثابت از طریق مدل‌سازی رشد بهره‌وری به صورت مجموع اثر ثابت صنعت و اثر ثابت سال استفاده می‌شود. آنگاه ما با استفاده از تصحیح اولی و پاکس (۱۹۹۶) به برآورد مارک-آپ و بازده مقیاس میانگین صنعت می‌پردازیم.

بدون از دست دادن کلیات موضوع فرض می‌شود که پارامتر پیشرفت خنثی تکنولوژی یک متغیر تصادفی به فرم زیر است:

$$A_{it} = A_{i0} e^{\phi_{it}} \quad (28)$$

$$\hat{A}_{it} = \phi_{it} = \alpha_i + \lambda_t + u_{it}$$

که در آن  $A_{i0}$  سطح تکنولوژی صنعت  $i$  در ابتدای دوره و  $\phi_{it}$  نرخ رشد پیشرفت تکنولوژی است. بنابراین، نرخ رشد پیشرفت تکنولوژی صنعت  $i$  در دوره  $t$  شامل نرخ رشد صنعت خاص ( $\alpha_i$ ) و نرخ رشد دوره خاص ( $\lambda_{it}$ ) ناشی از تفاوت در سطح کلان صنایع در یک زمان مشخص به علاوه جزء وایت نوز  $u_{it}$  (یک مولفه تصادفی کلاسیکی با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2$ ) بدست می‌آید. با جانشین کردن معادله ۲۸ در معادلات ۱۲ و ۲۲ خواهیم داشت که:

$$\hat{y}_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \mu_i \theta_{iL} \hat{l}_{it} + (S_i - 1) \hat{K}_{it} + u_{it}. \quad (29)$$

$$\left( \frac{\hat{r}_{it}}{p_{it}} \right) = \alpha_i + \lambda_t + \mu_i \theta_{iL} \left( \frac{\hat{r}_{it}}{w_{it}} \right) + (S_i - 1) \left( \frac{p_{it} \hat{Y}_{it}}{r_{it}} \right) + u_{it} \quad (30)$$

با استفاده از محدودیت‌های بین معادله‌ای، معادلات ۲۹ و ۳۰ خواهیم داشت:

$$\begin{pmatrix} \hat{y}_{i1} \\ \vdots \\ \hat{y}_{iT} \\ \left( \frac{\hat{r}_{i1}}{p_{i1}} \right) \\ \vdots \\ \left( \frac{\hat{r}_{iT}}{p_{iT}} \right) \end{pmatrix} = \alpha_i \mathbf{1} + \sum_{t=2}^T \lambda_t \mathbf{D}_t + \mu_i \begin{pmatrix} \theta_i \hat{l}_{i1} \\ \vdots \\ \theta_i \hat{l}_{iT} \\ \theta_i \left( \frac{\hat{r}_{i1}}{w_{i1}} \right) \\ \vdots \\ \theta_i \left( \frac{\hat{r}_{iT}}{w_{iT}} \right) \end{pmatrix} + (S_i - 1) \begin{pmatrix} \hat{K}_{i1} \\ \vdots \\ \hat{K}_{iT} \\ \left( \frac{p_{i1} \hat{Y}_{i1}}{r_{i1}} \right) \\ \vdots \\ \left( \frac{p_{iT} \hat{Y}_{iT}}{r_{iT}} \right) \end{pmatrix} + \mathbf{u}_i$$

or,  $\mathbf{YHAT}_i = \alpha_i \mathbf{1} + \sum_{t=2}^T \lambda_t \mathbf{D}_t + \mu_i \mathbf{LKCON}_i + (S_i - 1) \mathbf{KGRW}_i + \mathbf{u}_i, \quad (31)$

که در آن حروف پر رنگ تر بیانگر بردار هستند.  $D_i$  یک بردار  $1 * 2T$  از مقادیر یک برای دوره  $t$  و صفر برای سایر مقادیر است. ترکیب این دو معادله دارای دو مزیت است: الف) دو برابر شدن اندازه نمونه و ب) استفاده از رگرسیون پانل تک معادله به منظور برآورد معادله ۳۱ و اجتناب از پیچیدگی‌های تخمین سیستم معادلات پانل. اکنون براساس تخمین‌های بدست آمده ضریب مقیاس و مارک-آپ می‌توان نرخ رشد بهره‌وری صنعت را با توجه به معادلات ۱۴ و ۲۲ بدست آورد.

### ۵- برآورد مارک آپ و TFP

برای برآورد مارک آپ و TFP از داده‌های مربوط به ۲۳ صنعت کد دو رقمی ISIC در طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ استفاده شده است. جهت‌گزینش اینکه کدام یک از مدل‌های پولینگ یا پانل برای آزمون فرضیه‌های پژوهش و تخمین مدل، مناسب‌تر است از آزمون F لیمر استفاده گردیده است. نتایج آزمون لیمر موید مناسب بودن مدل پانل می‌باشد. با توجه به اینکه  $F_{N-1, N(T-1)-K}$  کوچکتر از  $F_0$  جدول می‌باشد، پس مدل پانل را برای برآورد مدل اول انتخاب گردید.

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون F لیمر

$F_{N-1, N(T-1)-K}$	URSS	RRSS
۴/۹۶۵۵۲۲	۴۱۸/۷۹۵۲	۹۳۹/۹۸۸۲

جدول (۲) یا آزمون هاسمن برای شناسایی اثرات تصادفی از اثرات ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس مقدار احتمال بدست آمده برای آزمون هاسمن در می‌یابیم که باید از روش اثرات ثابت برای تخمین مدل استفاده کنیم زیرا که مقدار احتمال از ۰/۰۵ کمتر شده است.

جدول ۲: آزمون هاسمن

Test summary	Chi-Statistic	Prob
Cross-Section Random	۷/۰۸۵۱۰۴	۰/۰۳۴۹

در جدول (۳) با توجه به رویکرد فوق، مارک آپ (شکاف بین قیمت و هزینه نهایی) در صنایع کد دو رقمی ISIC ایران بوسیله مدل پانل با اثرات ثابت (FE) برآورد شده است. با

توجه به اطلاعات جدول (۳) می توان نتیجه گرفت که در کد دو رقمی ISIC، صنایع "سایر محصولات کانی غیرفلزی"، "ساخت فلزات اساسی"، "ماشین آلات اداری و حسابداری"، "ساخت مواد و محصولات شیمیائی"، "محصولات از لاستیک و پلاستیک" و "انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده" بالاترین مارک آپ را داشته اند و توانسته اند شکاف معنی دار بین قیمت و هزینه نهایی اعمال نمایند.

جدول ۳: سنجش متوسط مارک آپ و شاخص لرنر در صنایع کارخانه ای ایران

کد دو رقمی ISIC	صنایع	توضیحات	متوسط مارک آپ
15	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	شامل ۱۷ فعالیت و ۸۷۸ محصول	۱/۱۴۷
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	شامل ۱ فعالیت و ۹ محصول	۱/۰۳۴
۱۷	ساخت منسوجات	شامل ۷ فعالیت و ۲۹۰ محصول	۱/۱۲
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	شامل ۲ فعالیت و ۸۱ محصول	۱/۱۷
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و براق و تولید کفش	شامل ۳ فعالیت و ۹۵ محصول	۱/۰۸
۲۰	تولیدچوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجزمیلان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	شامل ۵ فعالیت و ۱۶۴ محصول	۱/۰۷
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	شامل ۳ فعالیت و ۱۷۹ محصول	۱/۲۰
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیررسانه های ضبط شده	شامل ۷ فعالیت و ۴۰ محصول	۱/۲۵
۲۳	تولید کک و فراورده های حاصل از نفت و سوخت های هسته ای	شامل ۳ فعالیت و ۹۳ محصول	۱/۱۲
۲۴	ساخت مواد و محصولات شیمیائی	شامل ۹ فعالیت و ۱۵۶۹ محصول	۱/۲۵
۲۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	شامل ۳ فعالیت و ۴۱۴ محصول	۱/۲۵
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	شامل ۸ فعالیت و ۳۵۸ محصول	۱/۵۵
۲۷	ساخت فلزات اساسی	شامل ۴ فعالیت و ۲۳۳ محصول	۱/۲۵
۲۸	محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	شامل ۷ فعالیت و ۴۲۲ محصول	۱/۱۷
۲۹	ساخت ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جاهای دیگر	شامل ۱۵ فعالیت و ۱۳۰۱ محصول	۱/۱۸
۳۰	ماشین آلات اداری و حسابداری	شامل ۱ فعالیت و ۱۳۸ محصول	۱/۳۲
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	شامل ۶ فعالیت و ۵۵۲ محصول	۱/۱۳
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	شامل ۳ فعالیت و ۱۷۱ محصول	۱/۱۵
۳۳	ابزارپزشکی،پتیکه،ابزاردقیق،ساعتهای مچی و انواع دیگر ساعت	شامل ۵ فعالیت و ۴۰۶ محصول	۱/۰۶
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	شامل ۳ فعالیت و ۳۰۹ محصول	۱/۱۳
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	شامل ۷ فعالیت و ۱۸۲ محصول	۱/۱۷
۳۶	تولید میلان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	شامل ۶ فعالیت و ۳۱۳ محصول	۱/۱۶
۳۷	بازیافت	شامل ۲ فعالیت و ۵۲ محصول	۱/۱۳

جدول (۴) نشان می دهد که صنایع تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز میلان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری، ساخت فلزات اساسی، سایر محصولات کانی غیرفلزی از صرغه های مقیاس بهره مند بوده اند و صنایع تولید رادیو، تلویزیون و وسایل

ارتباطی و آپارات، تولید سایر تجهیزات حمل و نقل، ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر ، ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت و ساخت منسوجات از صنف‌های مقیاس بهره مند نبوده اند.

جدول ۴: وضعیت صرفه‌های مقیاس در صنایع کد دو رقمی ISIC

کد دو رقمی ISIC	صنایع	صرفه‌های مقیاس
15	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱/۲۲
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	۱/۰۲
۱۷	ساخت منسوجات	۰/۸۹
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	۱/۲۳
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و براق و تولید کفش	۱/۱۸
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۱/۲۸
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۱/۰۱
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۱/۱۶
۲۳	تولید کک و فراورده‌های حاصل از نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱/۲۰
۲۴	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۱/۱۵
۲۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	۱/۰۶
۲۶	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۱/۲۴
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۱/۲۵
۲۸	محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۱/۲۳
۲۹	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جاهای دیگر	۱/۲۱
۳۰	ماشین‌آلات اداری و حسابداری	۰/۹۱
۳۱	ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۰/۷۳
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	۰/۴۶
۳۳	ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۰/۸۳
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۰/۹۲
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۴۷
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱/۱۶
۳۷	بازیافت	۱/۰۷

اکنون با توجه به نتایج جدول (۳) و (۴) بهره‌وری کل عوامل تولید بر مبنای روابط ۱۵، ۲۳ و ۲۴ استخراج می‌شود. نتایج شاخص TFP بر اساس رویکرد هال و راجر در

جدول (۵) گزارش شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود صنایع سایر محصولات کانی غیرفلزی، ساخت فلزات اساسی، محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی بیشترین TFP براساس شاخص راجر را داشته‌اند. همچنین صنایع تولید سایر تجهیزات حمل و نقل، تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات، ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت و ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر کمترین TFP را دارا بوده‌اند.

جدول ۵: وضعیت TFP روش‌ها در صنایع کد دو رقمی ISIC

کد دو رقمی ISIC	صنایع	TFP روش‌ها
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۰/۸۰۹
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	۰/۸۲۰
۱۷	ساخت منسوجات	۰/۷۲۶
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خردار	۰/۸۲۰
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و براق و تولید کفش	۰/۷۴۷
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۰/۶۳۰
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۰/۸۱۰
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۰/۷۹۸
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های حاصل از نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۶۸۵
۲۴	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۰/۹۱۶
۲۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	۰/۹۲۷
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۹۶۸
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۸۹۷
۲۸	محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۰/۸۶۵
۲۹	ساخت ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جاهای دیگر	۰/۷۴۹
۳۰	ماشین آلات اداری و حسابداری	۰/۶۸۰
۳۱	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۰/۸۲۵
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	۰/۷۵۷
۳۳	ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۰/۵۷۸
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۰/۹۹۰
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۶۹۲
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۰/۶۴۰
۳۷	بازیافت	۰/۵۳۰

## جدول ۶: وضعیت TFP روش راجر در صنایع کد دو رقمی ISIC

کد دو رقمی ISIC	صنایع	TFP روش راجر
15	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱/۵۸۳
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	۱/۱۸۹
۱۷	ساخت منسوجات	۰/۹۸۳
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۱/۴۳۴
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و برآق و تولید کفش	۱/۳۲۸
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز میلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۱/۳۲۹
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۱/۴۸۷
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	۱/۴۱۲
۲۳	تولید کک و فراورده های حاصل از نفت و سوخت های هسته ای	۱/۳۵۶
۲۴	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۱/۵۵۴
۲۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	۱/۴۹۲
۲۶	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۱/۷۳۰
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۱/۶۸۵
۲۸	محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۱/۶۴۹
۲۹	ساخت ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جاهای دیگر	۱/۲۹۲
۳۰	ماشین آلات اداری و حسابداری	۰/۹۴۰
۳۱	ماشین آلات و دستگاههای برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۰/۹۲۲
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	۰/۶۰۲
۳۳	ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۰/۸۱۱
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۱/۳۳۰
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۵۹۹
۳۶	تولید میلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱/۲۵۵
۳۷	باز یافت	۱/۰۷۲

## جدول ۷: وضعیت TFP تفاضل روش هال و راجر در صنایع کد دو رقمی ISIC

کد دو رقمی ISIC	صنایع	تفاضل دو روش
15	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۰/۷۷۴
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	۰/۳۶۹
۱۷	ساخت منسوجات	۰/۳۵۷
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	۰/۶۱۴
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و برآق و تولید کفش	۰/۵۸۲
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز میلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۰/۶۹۹
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۰/۶۷۷



۰/۶۱۴	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۲
۰/۶۷۱	تولید کک و فراورده‌های حاصل از نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۲
۰/۶۳۸	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۲۴
۰/۵۶۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲۵
۰/۷۶۲	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۶
۰/۷۸۸	ساخت فلزات اساسی	۲۷
۰/۷۸۴	محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۸
۰/۵۴۳	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جاهای دیگر	۲۹
۰/۲۶۰	ماشین‌آلات اداری و حسابداری	۳۰
۰/۰۹۷	ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۳۱
-۰/۱۵۵	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	۳۲
۰/۲۳۳	ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
۰/۳۴۰	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴
-۰/۰۹۳	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۵
۰/۶۱۵	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۳۶
۰/۵۴۲	بازیافت	۳۷

### ۶- جمع بندی

در این مقاله بهره‌وری عوامل تولید (TFP) صنایع کارخانه‌ای ایران در کد دو رقمی ISIC در طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق با استفاده از پسماند سولو تعدیل شده با توجه به ساختار بازار و صرفه‌های ناشی از مقیاس، بهره‌وری عوامل تولید (TFP) با دو رویکرد هال و راجر محاسبه گردید. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که:

۱- در کد دو رقمی ISIC، صنایع "سایر محصولات کانی غیرفلزی"، "ساخت فلزات اساسی"، "ماشین‌آلات اداری و حسابداری"، "ساخت مواد و محصولات شیمیایی"، "محصولات از لاستیک و پلاستیک" و "انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده" بالاترین مارک آپ را داشته‌اند و توانسته‌اند شکاف معنی‌دار بین قیمت و هزینه‌های نهایی اعمال نمایند.

۲- نتایج تحقیق نشان می‌دهد که صنایع تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه بجز مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری، ساخت فلزات اساسی، سایر محصولات کانی غیرفلزی از صرفه‌های مقیاس بهره‌مند بوده‌اند و صنایع تولید رادیو، تلویزیون و وسایل

ارتباطی و آپارات، تولید سایر تجهیزات حمل و نقل، ماشین آلات و دستگاههای برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر، ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت و ساخت منسوجات از صفره های مقیاس بهره مند نبوده اند.

۳- نتایج شاخص TFP بر اساس رویکرد هال و راجر نشان می‌دهد که صنایع سایر محصولات کانی غیرفلزی، ساخت فلزات اساسی، محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی بیشترین TFP بر اساس شاخص راجر را داشته‌اند. همچنین صنایع تولید سایر تجهیزات حمل و نقل، تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات، ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت و ماشین آلات و دستگاههای برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر کمترین TFP را دارا بوده‌اند.

همانطور که اشاره شد در اکثر صنایع در طی سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ با روند رشد TFP مواجهه بوده ایم، اما کماکان ناکارایی در بخش‌هایی از صنعت کشور حاکم است. از اینرو ارتقا سطح مهارت‌های فنی و حرفه ای و بهبود کیفیت نیروی انسانی، استفاده بهینه از تجهیزات و ماشین آلات و بهبود ضریب تکنولوژیکی بخش صنعت با گسترش تحقیق و توسعه (R&D) و ارتقاء رقابت بعنوان مولفه نهادی بازار، در کنار یک بسته سیاستی پولی، مالی و ارزی دقیق و هدفمند، در راستای ارتقاء بهره‌وری و کارایی صنایع کشور الزامی است.

## پیوست الف: همگنی تابع هزینه

قضیه ۱. فرض شود که  $C(w, r, F(L, K)) = wL + rK$  و  $Y = AF(L, K)$ . اگر

$F$  همگن از درجه  $S$  باشد آنگاه:  $C$  همگن از درجه  $\frac{1}{S}$  در  $F$  است،  $C$  همگن از درجه

$$\frac{1}{S} \text{ در } Y \text{ است، با فرض } m = \frac{\partial C}{\partial Y} \text{ آنگاه خواهیم داشت } m = \frac{1}{S} \frac{C}{Y}.$$

## اثبات:

۱. افزایش مقادیر  $L$  و  $K$  با ضرب در عبارت  $\delta^{\frac{1}{S}}$  که در آن  $\delta > 0$ :

$$C(w, r, F(\delta^{\frac{1}{S}}L, \delta^{\frac{1}{S}}K)) = C(w, r, \delta F(L, K))$$

با توجه به اینکه  $C$  دارای درجه همگنی از درجه یک در  $(L, K)$  است، طرف راست معادله

فوق را می توان بصورت  $\delta^{\frac{1}{S}} C(w, p, F(L, K))$  بازنویسی کرد.

بنابراین،  $C(w, p, \delta F(L, K)) = \delta^{\frac{1}{S}} C(w, p, F(L, K))$  نشان می دهد که

$C(w, p, F(L, K))$  همگن از درجه  $\frac{1}{S}$  در تابع  $F(L, K)$  است.

۲. توجه شود که  $Y$  همگن از درجه یک در  $F$  است. بنابراین،  $C$  همگن از درجه  $\frac{1}{S}$  در

$F$  است که همگن بودن از درجه  $\frac{1}{S}$  در  $Y$  را نتیجه می دهد.

۳. با توجه به رابطه اویلر،  $C$  همگن از درجه  $\frac{1}{S}$  در  $Y$  است که منتج به عبارت

$$\frac{\partial C}{\partial Y} = \frac{1}{S} C \Rightarrow m = \frac{1}{S} \frac{C}{Y} \text{ می شود.}$$

پیوست ب: کشش نهاده، سهم درآمد و سهم هزینه

فرض شود که کشش تولید با توجه به نهاده  $X$ :  $\alpha_X = \frac{\partial F}{\partial X} \frac{X}{F}$ ، سهم پرداخت نهاده  $X$

در درآمد کل:  $\theta_X = \frac{wX}{pY}$  و سهم پرداخت نهاده  $X$  در هزینه کل:  $C_X = \frac{wX}{C}$  باشد

آنگاه می‌توان قضیه ۲ را بصورت زیر بیان نمود:

قضیه ۲. فرض شود که  $Y = AF(L, K)$  به عنوان تابع تولید بنگاه  $a$  و  $F$  همگن از درجه  $S$  از  $L$  و  $K$  باشد. علاوه بر این فرض شود که عبارت  $\mu$  قیمت مارک-آپ هزینه نهایی باشد و فرض شود که بنگاه به دنبال حداقل کردن هزینه باشد. در این صورت داریم:

$$1. \alpha_X = \mu \theta_X, X = L, K$$

$$2. c_X = \frac{1}{S} \alpha_X = \frac{\mu}{S} \theta_X, X = L, K$$

$$3. c_L + c_K = 1$$

$$4. \alpha_L + \alpha_K = S$$

$$5. \theta_L + \theta_K = \frac{S}{\mu}$$

اثبات.

۱. بنگاه با محدودیت  $w$  و  $r$  برنامه زیر را حداقل می‌کند:

$$\min C = wL + rK$$

$$s.t. Y = AF(L, K)$$

$$\Rightarrow \zeta = wL + rK - \lambda(AF(L, K) - Y)$$

$$F.O.C: w = \lambda A \frac{\partial F}{\partial L}$$

با توجه به هزینه نهایی تولید  $\lambda = \frac{\partial C}{\partial Y} = m$  می‌توان نوشت که:

$$\frac{w}{mA} = \frac{\partial F}{\partial L} \Rightarrow \alpha_L = \frac{wL}{mY} = \mu \theta_L$$

بطور مشابه می‌توان نوشت که:  $\alpha_K = \mu \theta_K$

۲. با توجه به قضیه ۱ داریم که:

$$c_L = \frac{wL}{C} = \frac{wL}{SmY} = \frac{1}{S} \alpha_L = \frac{1}{S} \mu \theta_L$$

بطور مشابه می‌توان نوشت:  $c_K = \frac{1}{S} \alpha_K = \frac{1}{S} \mu \theta_K$

۳. با توجه به تعریف  $C$  داریم:  $c_L + c_K = \frac{wL}{C} + \frac{rK}{C} = 1$

۴. با توجه به معادله اویلر تابع همگن می‌توان بیان کرد که:

$$\alpha_L + \alpha_K = \frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{F} + \frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{F} = S$$

۵. بر اساس رابطه ۲ می‌توان نوشت که:  $\theta_L + \theta_K = c_L \frac{S}{\mu} + c_K \frac{S}{\mu}$

در نتیجه بر اساس رابطه ۳ می‌توان عبارت روبرو را بیان کرد:

$$\theta_L + \theta_K = (c_L + c_K) \frac{S}{\mu} = \frac{S}{\mu}$$

### پیوست ج: ارزش افزوده واقعی در مقابل تولید واقعی

اغلب فرض می‌شود که عبارت  $v_t$  نشان دهنده ارزش افزوده واقعی دوره  $t$ ، عبارت  $p_t Y_t$  بیانگر ارزش تولید و  $p_{M_t} M_t$  هزینه نهاده واسطه است. آنگاه ارزش اسمی ارزش افزوده بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$p_t v_t = p_t Y_t - p_{M_t} M_t$$

از معادله فوق نسبت به زمان برای یافتن نرخ سود ارزش افزوده بصورت زیر استفاده می‌شود:

$$\frac{\partial p}{\partial t} v_t + \frac{\partial v_t}{\partial t} p_t = \frac{\partial p_t}{\partial t} Y_t + \frac{\partial Y_t}{\partial t} p_t - \frac{\partial p_{M_t}}{\partial t} M_t - \frac{\partial M_t}{\partial t} p_{M_t}$$

معادله فوق را می‌توان با استفاده از عبارت نرخ رشد بصورت زیر ساده کرد:

$$p_t v_t \hat{p}_t + p_t v_t \hat{v}_t = p_t Y_t \hat{p}_t + p_t Y_t \hat{Y}_t - p_{M_t} M_t \hat{p}_{M_t} - p_{M_t} M_t \hat{M}_t$$

فرض شود که  $SM = \frac{P}{p_t Y_t}$  سهم نهاده واسطه از تولید کل باشد، تقسیم دو طرف معادله

فوق بر  $p_t Y_t$  و تنظیم دوباره آن خواهیم داشت که:

$$(1 - s_M) \hat{v}_t = \hat{Y}_t - s_M (\hat{p}_{Mt} + \hat{M}_t - \hat{p}_t) \quad (32)$$

$$\hat{v}_t = \frac{1}{1 - s_M} \hat{Y}_t - \frac{s_M}{1 - s_M} \hat{M}_t - \frac{s_M}{1 - s_M} \left( \frac{\hat{p}_{Mt}}{\hat{p}_t} \right)$$

از این رو، نرخ رشد ارزش افزوده میانگین وزنی نرخ رشد تولید و نهاده واسطه است. به منظور ارتباط دادن این موضوع با رگرسیون اصلی نیاز خواهیم داشت تا از تابع تولیدی استفاده شود که نهاده واسطه را در برداشته باشد. فرض شود که:

$$Y_t = A_t F(L_t, K_t, M_t) \quad (33)$$

$$\hat{Y}_t = \hat{A}_t + \alpha_L \hat{L}_t + \alpha_K \hat{K}_t + \alpha_M \hat{M}_t$$

که در آن  $\alpha_M = \frac{\partial F}{\partial M} \frac{M}{F}$  کشش نهاده واسطه با توجه به تولید است. با جانشینی معادله ۳۲ در ۳۳ خواهیم داشت که:

$$\hat{v}_t = \frac{1}{1 - s_M} \hat{A}_t + \frac{\alpha_L}{1 - s_M} \hat{L}_t + \frac{\alpha_K}{1 - s_M} \hat{K}_t + \frac{\alpha_M - s_M}{1 - s_M} \hat{M}_t - \frac{s_M}{1 - s_M} \left( \frac{\hat{p}_{Mt}}{\hat{p}_t} \right) \quad (34)$$

معادله ۳۴ را می‌توان بصورت زیر بر اساس درجه بازدهی‌های مقیاس،  $1 - s_M = \frac{p_t v_t}{p_t Y_t}$  و

عبارات  $\alpha_M = \mu s_M$  و  $\alpha_L + \alpha_K = S$  ساده کرد:

$$\begin{aligned} \hat{v}_t &= \frac{1}{1 - s_M} \hat{A}_t + \frac{\mu \frac{w_t L_t}{p_t Y_t}}{\frac{p_t v_t}{p_t Y_t}} \hat{l}_t + \frac{S}{1 - s_M} \hat{K}_t + (\mu - 1) \frac{s_M}{1 - s_M} \hat{M}_t - \frac{s_M}{1 - s_M} \left( \frac{\hat{p}_{Mt}}{\hat{p}_t} \right) \\ &= \frac{1}{1 - s_M} \hat{A}_t + \mu \theta_L \hat{l}_t + \frac{S}{1 - s_M} \hat{K}_t + (\mu - 1) \frac{s_M}{1 - s_M} \hat{M}_t - \frac{s_M}{1 - s_M} \left( \frac{\hat{p}_{Mt}}{\hat{p}_t} \right) \end{aligned}$$

بنابراین وقتی ما نرخ رشد ارزش افزوده واقعی ( $\hat{v}_t$ ) را بر روی نرخ رشد سرانه نیروی کار وزن دار با استفاده از سهم نیروی کار در ارزش افزوده ( $\theta_L \hat{l}_t$ ) و نرخ رشد سرمایه ( $\hat{K}_t$ ) به

منظور یافتن ضریب مارک-آپ ( $\mu$ ) و ضریب مقیاس ( $S$ ) رگرسیم می‌کنیم باید حتماً به چند نکته توجه کنیم:

الف. نرخ رشد نهاده واسطه باید حتماً با نرخ قیمت‌های نسبی آورده شود تا مشکل متغیر

حذف شده<sup>۱</sup> نیز دیگر وجود نداشته باشد. اگر  $\hat{M}_t$  و  $\left(\frac{\hat{P}_{Mt}}{P_t}\right)$  در مدل وجود نداشته باشند،

آنگاه مارک-آپ و ضریب مقیاس برآورد شده دارای تورش هستند. چون  $\hat{K}_t$  و  $\hat{L}_t$  با

$\hat{M}_t$  و  $\left(\frac{\hat{P}_{Mt}}{P_t}\right)$  همبسته هستند.

ب. حتی اگر دو عبارت  $\hat{M}_t$  و  $\left(\frac{\hat{P}_{Mt}}{P_t}\right)$  در رگرسیون وجود داشته باشند، ضریب مقیاس

و  $\hat{A}_t$  بیش از حد برآورد می‌شوند (از آنجایی که  $1-s_M$  کوچکتر از یک است).

---

1- problem of omitted variables.

## منابع

- 1-Aigner, D. J. and S. F. Chu (1968), 'Estimating the industry production function', *American Economic Review* 58: 826-39.
- 2-Aigner, D.J., C.A.K. Lovell and P. Schmidt (1977), 'Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models', *Journal of Econometrics*, 6:1 (July), 21-37.
- 3-Basu, S., and Fernald, J.G., 1995, "Are Apparent Productive Spillovers a Figment of Specification Error?" *Journal of Monetary Economics*, 36, 165-88.
- 4-Battese, G. and Coelli, T. (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function and Panel Data", *Empirical Economics*, Vol. 20, 325-332.
- 5-Berndt, Ernst R. and Wood, David O. (1986) U.S. Manufacturing Output and Factor Input Price and Quantity Series, 1908-194 7 and 194 7-1981, Massachusetts Institute of technology, Energy Laboratory Working Paper 86-01 OWE
- 6-Cabral (2000), introduction to industrial organization. The MIT press: Cambridge, Massachusetts.
- 7-Carlton, Dennis W. and Perloff, Jeffrey M. (1994) *Modern Industrial Organization*. 2nd edition, New York: Harper Collins Publishing Co
- 8-Coelli, T.J. (1994), A Guide to FRONTIER, Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW, Australia.
- 9-Coelli, T.J. and S. Parelman (1999), 'A Comparison of Parametric and Non-parametric Distance Functions: With Application to European Railways', *European Journal of Operational Research* 117: 326-339.
- 10-Farrell, M.J. (1957), 'The measurement of productive efficiency', *Journal of Royal Statistical Society* 120: 253-281.
- 11-Harvie.C (2013), "Technical Efficiency of Thai Manufacturing SMEs: A Stochastic Frontier Analysis" *Australasian Accounting Business and Finance Journal*, pp. 99-121.
- 12-Hjalmarsson, L., S.C. Kumbhakar and A. Heshmati (1996), 'DEA, DFA and SFA: A Comparison', *Journal of Productivity Analysis* 7:2/3 (July), 303-327.
- 13-Kumbhakar.T (2013), "A Zero Inefficiency Stochastic Frontier Estimator" *Journal of Econometrics* , pp. 66-76,.
- 14-Lovell, C.A.K.; S. Richardson, P. Travers and L.L. Wood (1990), 'Resources and Functioning: A New View of Inequalities in Australia', Department of Economics, University of North-Carolina, Working paper series 90-8.