

## «مدیریت بهره‌وری»

سال ششم - شماره ۲۴ - بهار ۱۳۹۲

ص ۳۳ - ۱۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۲/۱۸

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۲/۰۲/۲۲

## بهره‌وری و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه منتخب

دکتر پرویز محمذاده<sup>۱</sup>

دکتر حسین اکبری فرد<sup>۲</sup>

اکرم اکبری<sup>۳</sup>

سمیه عطاپور<sup>۴</sup>

### چکیده

در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالِم کوئیسست بهره‌وری کشورهای در حال توسعه منتخب طی دوره ۱۹۹۸-۲۰۰۷ مورد اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل قرار گیرد، و سپس رابطه بهره‌وری و رشد اقتصادی در کشورهای با رشد بهره‌وری بالا بررسی شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که تعداد ۱۷ کشور دارای کارایی کمتر از ۰/۹ هستند و از نظر کارایی فنی، فقط کشور کویت روی تابع مرزی تولید قرار دارد. همچنین از نظر کارایی مدیریتی، کشورهای آذربایجان، بلغارستان، گرجستان، قزاقستان، کویت، قرقیزستان، لتونی، مغولستان، اوکراین و تونس بالاترین مقدار کارایی را به خود اختصاص داده‌اند.

### واژه‌های کلیدی:

بهره‌وری کل عوامل تولید؛ رشد اقتصادی؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ شاخص مالِم کوئیسست

طبقه بندی JEL: O47, C14, D24

<sup>۱</sup> - عضو هیأت علمی (استادیار) دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، تبریز-ایران

<sup>۲</sup> - عضو هیأت علمی (استادیار) دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان-ایران

<sup>۳</sup> - کارشناس ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی

<sup>۴</sup> - کارشناس ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی

## مقدمه

در ادبیات اقتصادی، بهره‌وری کل عوامل تولید<sup>۱</sup> به مقدار ستانده بدست آمده از مقدار خاصی نهاده‌ها گفته می‌شود. بهره‌وری مفهومی کلی و جامع است که افزایش آن به عنوان یک ضرورت، جهت ارتقای سطح زندگی، رفاه بیشتر، آرامش و آسایش انسان‌ها و هدفی اساسی برای همه کشورهای جهان محسوب می‌شود. از سوی دیگر افزایش بهره‌وری، بر شاخص‌های اقتصادی جامعه مانند افزایش تولید، کاهش تورم، افزایش سطح اشتغال و توان رقابتی کشورها نیز تاثیر می‌گذارد. بنابراین بسیاری از کشورها بویژه کشورهای در حال توسعه با انجام سرمایه‌گذاری‌های گسترده به دنبال ارتقاء و گسترش بهره‌وری و در نتیجه دستیابی به رشد اقتصادی هستند. در همه کشورها اعم از توسعه یافته و یا در حال توسعه منبع اصلی رشد اقتصادی، افزایش بهره‌وری است. از آن جا که بهره‌وری تولید ناخالص داخلی را افزایش می‌دهد و نیز یکی از عوامل مهم در جهت توسعه اقتصادی و افزایش رقابت پذیری در عرصه‌های بین‌المللی می‌باشد بر این اساس به منظور اشاعه فرهنگ بهره‌وری و ارتقای آن، سرمایه‌گذاری‌های زیادی در این زمینه صورت گرفته است (ابراهیمی مهر، ۱۳، ۱۳۷۹).

برای محاسبه بهره‌وری، شاخص‌های مختلفی مانند بهره‌وری متوسط نیروی کار و سرمایه و همچنین بهره‌وری نهایی عوامل تولید وجود دارد اما در بسیاری از مطالعات جهت تعیین سهم عوامل تولید در رشد اقتصادی، از بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده شده است. بنابر نظریه‌های تولید، افزایش تولید با بکارگیری عوامل تولید بیشتر و استفاده از تکنولوژی‌های نوین امکان پذیر می‌باشد. از طرف دیگر، نرخ سریع رشد اقتصادی می‌تواند به واسطه افزایش تولید و رشد بهره‌وری در همه بخش‌های اقتصادی تضمین شود (پارک و جانگ<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰، ۱).

بررسی کشورهایی که طی چند دهه اخیر رشد اقتصادی قابل توجهی داشته‌اند، بیانگر این واقعیت است که اکثر این کشورها سهم عمده‌ای از رشد اقتصادی خود را از طریق افزایش بهره‌وری بدست آورده‌اند، به طوری که کشورهای صنعتی حدود ۵۰ درصد از رشد اقتصادی خود را از طریق ارتقای بهره‌وری به دست آورده‌اند و در کشورهای در حال توسعه موفق مثل مالزی، سهم بهره‌وری در تأمین رشد اقتصادی

<sup>۱</sup> Total Factors Productivity

<sup>۲</sup> Park & Jong

قابل توجه می‌باشد. بنابراین با مطالعه‌ی سهم بهره‌وری کل عوامل تولید از رشد اقتصادی اهمیت بسزایی دارد.

پیش‌بینی سهم بهره‌وری کل عوامل در تأمین رشد اقتصادی در ایران در برنامه اول حدود ۱۳ درصد و در برنامه دوم حدود ۲۵/۵ درصد و در برنامه سوم حدود ۴۲/۵ درصد می‌باشد که این نشان می‌دهد مصادیق بهره‌وری به طور صریح در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مورد توجه قرار گرفته است. همچنین سیاست‌های کلی برنامه چهارم در خصوص "بستر سازی برای رشد سریع اقتصادی"، "رقابت پذیری اقتصادی"، "تعامل فعال با اقتصاد جهانی" و "توسعه مبتنی بر دانایی" هر یک به نوعی با مقوله بهره‌وری در ارتباط می‌باشند. در این برنامه، رشد اقتصادی ۸ درصد پیش‌بینی شده بود و مقرر شده بود که ۳۱/۳ درصد از رشد اقتصادی کشور از محل ارتقای بهره‌وری تامین گردد (بانک مرکزی، ۱۳۸۸).

در این مطالعه به این مسئله پرداخته شده است که کارایی و رشد بهره‌وری در طول دوره مورد بررسی در کدام کشورها بالاتر است؟ و رابطه بهره‌وری و رشد اقتصادی در کشورهای با رشد بهره‌وری بالا بررسی چگونه است؟

برای این منظور ابتدا رابطه میان بهره‌وری و رشد اقتصادی با استفاده از تابع کاب-داگلاس و سپس رگرسیون حسابداری رشد نظریاتی ارائه شده است تا بنیان‌های نظری تحقیق مشخص شود.

سولو (۱۹۵۷) مقاله‌ای را تحت عنوان "تغییر تکنولوژی تابع تولید کل" ارائه داد. در این مقاله نرخ رشد تولید کل بیانگر ترکیبی از سهم نرخ رشد اقتصادی نسبت به عوامل تولید شامل سرمایه فیزیکی، نیروی کار و تغییر تکنولوژی (بهره‌وری کل عوامل) است. سولو از معادله زیر به صورت تابع تولید تکنولوژی خنثی - هیکس استفاده کرد:

$$Y(t) = A(t).F[K(t), L(t)] \quad (۱)$$

که  $Y(t)$  تولید کل (درآمد کل)،  $K(t)$  میزان سرمایه فیزیکی استفاده شده در تولید،  $L(t)$  مقدار نهاده نیروی کار،  $A(t)$  سطح تکنولوژی می‌باشند. نرخ رشد تکنولوژی به صورت زیر می‌باشد:

$$(۲) \quad \frac{A(t)}{A(t)} = \frac{Y(t)}{Y(t)} - a(t) \frac{K(t)}{K(t)} - b(t) \frac{L(t)}{L(t)}, \quad a(t) + b(t) = 1$$

در این معادله که به معادله سولو معروف شده است، پارامترهای  $a(t)$  و  $b(t)$  به ترتیب نشان دهنده سهم سرمایه و نیروی کار از هزینه کل می‌باشد. در حسابداری رشد سولویی، GDP در هر کشور در دوره  $t$  با یک تابع تولید نئوکلاسیک و بکارگیری نیروی کار ( $L$ ) و سرمایه فیزیکی ( $K$ ) به صورت زیر محاسبه شده است:

$$Y_{it} = A_{it} \cdot F(K_{it}, L_{it}) \quad (۳)$$

که  $A$  همان TFP است. همچنین تابع تولید کاب-داگلاس با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به صورت زیر می‌باشد:

$$(۴) \quad Y_{it} = A_{it} \cdot K_{it}^{1-\alpha_i} \cdot L_{it}^{\alpha_i}$$

که در این تابع تولید نیز  $A_{it} = \frac{Y_{it}}{K_{it}^{1-\alpha_i} \cdot L_{it}^{\alpha_i}}$  نشان دهنده بهره‌وری کل عوامل تولید

می‌باشد. از این رو، جهت محاسبه TFP به مقدار  $\alpha_i$  نیاز است. با این فرض که بازار عوامل تولید به صورت رقابت کامل باشد،  $\alpha_i$  همان سهم نیروی کار از تولید است، بنابراین  $\alpha_i$  برابر است با:  $\frac{W_{id} L_i}{Y_i}$  که  $W_{id}$  دستمزد اسمی کارگران غیر ماهر در قیمت‌های ثابت است.

همچنین می‌توان معادله (۴) را بصورت سرانه در نظر گرفت:

$$\frac{Y_{it}}{L_{it}} = A_{it} \left( \frac{K_{it}}{L_{it}} \right)^{1-\alpha_i}$$

که این نشان می‌دهد سطح تولید سرانه به دو عامل بهره‌وری کل عوامل تولید و نسبت سرمایه به نیروی کار وابسته است (اسکری و کاسمو<sup>۱</sup>، ۵-۴، ۲۰۰۴). فیشر (۱۹۹۳)<sup>۲</sup>، روش رگرسیون حسابداری رشد را جهت تشخیص کانال‌هایی که متغیرهای کلان اقتصادی در رشد اقتصادی اثرگذار هستند بکار گرفت. طبق این روش، رشد می‌تواند به افزایش در عرضه عوامل تولید، بهره‌وری، تغییرات کارآیی عوامل تولید استفاده شده نسبت داده شود. این روش ارتباط میان رشد و متغیرهای کلان اقتصادی و نیز ارتباط میان متغیرهای کلان و تغییرات عرضه عوامل تولید و بهره‌وری را توضیح می‌دهد. وی تابع تولید را بصورت زیر در نظر گرفته است:

$$(۵) Y_t = F(K_t, L_t, H_t, A_t)$$

در معادله فوق K سرمایه فیزیکی، L نیروی کار غیر ماهر، H سرمایه انسانی و A کارایی کل عوامل تولید می‌باشند. وی معادله حسابداری رشد را بصورت زیر در نظر گرفته است:

$$\frac{Y}{Y} = \alpha_1 \left( \frac{K}{K} \right) + \alpha_2 \left( \frac{L}{L} \right) + \alpha_3 \left( \frac{H}{H} \right) + \alpha_4 \left( \frac{A}{A} \right) \quad (۶)$$

که  $\alpha_i$  کشش هر یک از عوامل تولید است. همچنین  $\alpha_4 \left( \frac{A}{A} \right)$  نشان دهنده پسماند بهره‌وری می‌باشد.

در زمینه رشد اقتصادی و بهره‌وری مطالعات فراوانی صورت گرفته است که در زیر به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود:

پرسکات (۱۹۹۸)<sup>۳</sup>، تئوری بهره‌وری کل عوامل را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۴</sup> بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که بیشترین تفاوت درآمد به خاطر تفاوت در بهره‌وری کل عوامل می‌باشد نه تفاوت در سرمایه (فیزیکی، انسانی، ...).

<sup>۱</sup>- Ascari & Cosmo

<sup>۲</sup>-Fisher, 1993

<sup>۳</sup>-Prescott, 1998

<sup>۴</sup>-Data Envelopment Analysis

هال و جونز (۱۹۹۹)<sup>۱</sup>، نشان داده‌اند که تفاوت در سرمایه فیزیکی و تحصیلات (سرمایه انسانی) بطور بالقوه منجر به تفاوت در سطح تولید سرانه می‌شود که تفاوت در انباشت سرمایه نسبت به سرمایه انسانی کمتر بوده و بیشترین اختلاف در درآمد سرانه کشورها به دلیل تمایز در "سطح پسماندها" می‌باشد.

هندریک (۲۰۰۲)<sup>۲</sup>، با استفاده از روش DEA، تفاوت درآمد بین کشورها را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که تفاوت درآمد میان کشورها به خاطر تفاوت در بهره‌وری کل عوامل تولید بوده و افزایش درآمد مهاجران آمریکا به دلیل بالابودن بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد.

هان، کالیرجان و سیتق (۲۰۰۴)<sup>۳</sup>، با استفاده از روش SFA، رشد بهره‌وری کل عوامل را برای ۴۵ کشور در حال توسعه و توسعه یافته در طول دوره ۱۹۷۰-۱۹۹۰ ارزیابی کرده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که کشورهای آسیای شرقی نسبت به رشد TFP، به مرز کارا نزدیک‌تر می‌باشند.

هالکوس و تیرمس (۲۰۰۹)<sup>۴</sup>، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، اثربخشی سیاست‌های رشد را در ۲۵ کشور عضو اتحادیه اروپا طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ ارزیابی کرده‌اند. آن‌ها به این نتایج دست یافته‌اند که کشورهای مورد بررسی با سرمایه‌گذاری در سیاست‌های رشد (مانند سرمایه‌گذاری در R&D) می‌توانند به رشد بالا دست یابند و ۱۵ کشور سابق عضو اتحادیه با اصلاح سیاست‌های اقتصادی خود می‌توانند بهره‌وری کل عوامل تولید را بهبود بخشند.

موجمیر و جری<sup>۵</sup>، بهره‌وری کل عوامل تولید را به صورت روابطی از تولید نهاده-های کل عوامل تعریف کرده‌اند که رشد آن از طریق تغییرات کیفیت صورت می‌گیرد. به علاوه آن‌ها در این مقاله با بکارگیری پارامترهای پویا سهم عوامل موثر بر رشد اقتصادی را ارزیابی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۰۷ سهم عوامل مؤثر بر رشد TFP، ۷۴ درصد بوده در حالی که رشد در دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵، ۷۸ درصد شده است.

<sup>1</sup> - Hall & Jones, 1999

<sup>2</sup> - Hendricks, 2002

<sup>3</sup> - Han, Kalirajan & Singh, 2004

<sup>4</sup> - Halkos & Tzeremes, 2009

<sup>5</sup> - Mojmir & jiri, 2009

سانقو، دوقیون و جانگ (۲۰۱۰)<sup>۱</sup>، با استفاده از مدل SFA رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را برای ۵۳ کشور در طی دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۳، اندازه‌گیری کرده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که رشد بهره‌وری جهانی منجر به رشد سریع کشورهای در حال توسعه شده است، در حالیکه کشورهای توسعه یافته با کاهش رشد بهره‌وری مواجه شده‌اند.

## روش

پایه‌گذار روش‌های ناپارامتری در محاسبه بهره‌وری و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده اقتصادی به نام فارل<sup>۲</sup> بود. سیستم پیشنهادی فارل بر اساس دو ورودی و یک خروجی به تحلیل عملکرد واحدها می‌پرداخت. در سال ۱۹۷۸ چارنز، کوپر و رودز<sup>۳</sup> با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی روش ناپارامتری فارل را برای سیستمی با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه تعمیم دادند که مدل معرفی شده مدل CCR نام گرفته است. قابل ذکر است که مدل پیشنهادی بر مبنای بازده به مقیاس ثابت، به بررسی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌پرداخت. بنکر، چارنز و کوپر<sup>۴</sup>، مدل CCR را برای حالت‌هایی با بازده به مقیاس متغیر تعمیم دادند که مدل پیشنهادی آن‌ها BCC نام گرفت. آن‌ها در محاسبه بهره‌وری، از سه نوع کارایی به صورت زیر استفاده کرده‌اند: کارایی فنی<sup>۵</sup>؛ میزان توانایی یک بنگاه برای حداکثرسازی تولید با عوامل تولید مشخص. کارایی تخصیصی<sup>۶</sup>؛ توانایی بنگاه برای استفاده از ترکیب بهینه عوامل با توجه به قیمت آن‌ها.

کارایی اقتصادی<sup>۷</sup> = کارایی فنی \* کارایی تخصیصی

<sup>1</sup>- Sangho, Donghyn & jong, 2010

<sup>2</sup>- Farrell

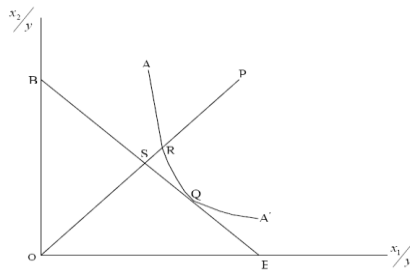
<sup>3</sup>- Charnes & Cooper & Rhodes, 1978

<sup>4</sup>- Banker, Charnes & Cooper

<sup>5</sup>- Technical Efficiency

<sup>6</sup>- Allocate Efficiency

<sup>7</sup>- Economic Efficiency



شکل ۱- کارایی فنی و تخصیصی

در شکل فوق  $AA'$  منحنی هم مقداری تولید بنگاه مورد نظر می‌باشد. نقاط روی منحنی ترکیبات مختلفی از عوامل تولید است که سطح مشخصی از محصول را تولید می‌نمایند.

اگر نقطه  $P$  موقعیت واقعی بنگاه باشد، کارایی فنی این بنگاه در نقطه مذکور به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{کارایی فنی} = OR/OP \quad (7)$$

در زمینه کارایی تخصیصی لازم است اطلاعات مربوط به قیمت عوامل تولیدی مشخص باشد. در این شرایط کارایی تخصیصی در نقطه  $P$  برابر خواهد بود با:

$$\begin{aligned} \text{کارایی تخصیصی} &= OS/OR \quad (8) \\ \text{کارایی اقتصادی} &= (OR/OP) * (OS/OR) \end{aligned}$$

در روش تحلیل پوششی داده‌ها جهت محاسبه بهره‌وری از فرض بازده ثابت به مقیاس یا بازده متغیر به مقیاس استفاده می‌شود که در زیر توضیح داده شده است:

**مدل DEA با فرض بازده ثابت به مقیاس (CRS):**

در این‌جا فرض می‌شود،  $k$  نهاده،  $m$  محصول و  $n$  واحد تصمیم‌ساز وجود دارد. برای واحد تصمیم‌ساز  $i$ ،  $y_i$  بردار ستونی محصولات و  $x_i$  بردار نهاده‌های تولید است.



U بردار  $M*1$  شامل وزن‌های محصولات و V یک بردار  $K*1$  شامل وزن‌های نهاده‌ها و  $U'$  و  $V'$  ترانسپوز U و V می‌باشد. X یک ماتریس  $K*N$  از عوامل تولید و Y یک ماتریس  $M*N$  از محصولات می‌باشند. جهت محاسبه مقادیر بهینه وزن‌ها، لازم است که مسئله برنامه‌ریزی ریاضی زیر را به تعداد واحدهای تصمیم‌ساز حل شود:

$$\begin{aligned} & \max_{u,v} \frac{U'y_1}{V'x_1} \\ \text{st: } & \frac{U'y_j}{V'x_j} \leq 1 \quad , \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (9) \\ & U \geq 0 \quad , \quad V \geq 0 \end{aligned}$$

U و V، ماتریس ضرایب بدست آمده از حل معادله بالا می‌باشد به گونه‌ای که نسبت کل مجموع وزنی محصولات به مجموع وزنی عوامل تولید حداکثر گردد. این مدل تعداد بیشماری راه حل بهینه دارد. برای رفع این مشکل، می‌بایست مخرج کسر را مساوی یک قرار داده و قید  $V'x_1 = 1$  را به مدل اضافه کرد تا به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل شود. با استفاده از فرم دوگان برنامه‌ریزی خطی، می‌توان معادله فرم پوششی را به شکل زیر به دست آورد:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ \text{st: } & -y_i + Y\lambda \geq 0 \quad (10) \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

که در معادله فوق:

$\theta$ : مقدار کارایی بنگاه i.

$\lambda$ : یک بردار  $N*1$  شامل اعداد ثابت می‌باشد که وزن‌های مجموعه مرجع<sup>۱</sup> را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup>- بنگاه مرجع، بنگاه کارا یا بنگاه واقعی برای یک بنگاه غیر کارا می‌باشد.

## مدل تحلیل پوششی داده با فرض بازده متغیر به مقیاس

با اضافه کردن قید  $N\lambda' = 1$  به برنامه‌ریزی خطی، بازدهی متغیر به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{st:} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \quad (12) \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N\lambda' = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

### شاخص رشد بهره‌وری مالم کوئیست

مالم کوئیست اقتصاددانی سوئدی در سال ۱۹۵۳ شاخصی به نام استاندارد زندگی مالم کوئیست را معرفی نمود. سال ۱۹۸۹ فار و همکاران<sup>۱</sup> به منظور محاسبه شاخص مالم کوئیست از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. سپس در سال ۱۹۹۲ آن‌ها شاخص مذکور را به دو عامل تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی تجزیه نمودند که این تجزیه عامل دیگری به نام تغییرات مقیاس را هم در برداشت.

فرض کنید  $\Pi$  واحد تصمیم‌ساز موجود است. هدف محاسبه رشد بهره‌وری مالم کوئیست از دوره  $t$  (دوره اول) به دوره  $S$  (دوره دوم) و نیز تجزیه آن به سه عامل تغییرات کارایی فنی، تغییرات کارایی تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مقیاس است. بنابراین فرض کنید واحد  $p$  یکی از این واحدهاست که در دوره  $t$  دارای ورودی‌های و خروجی‌های و در دوره  $S$  دارای ورودی‌های  $x^s = (x_1^s, x_2^s, \dots, x_n^s)$  و خروجی‌های  $y^s = (y_1^s, y_2^s, \dots, y_m^s)$  است.

<sup>1</sup> - Far and et al, 1989

شاخص مال‌م کوئیست به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۱۳)

$$M(x_s, x_t, y_s, y_t) = \frac{d^s(x_s, y_s)}{d^t(x_t, y_t)} \times \left[ \frac{d^t(x_s, y_s)}{d^t(x_s, y_s)} \times \frac{d^t(x_t, y_t)}{d^s(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

که در رابطه فوق شاخص رشد مال‌م کوئیست به دو عامل (EC) و (TC) تقسیم شده است:

تغییرات ناشی از کارایی فنی (EC) به صورت زیر است:

$$\frac{d^s(x_s, y_s)}{d^t(x_t, y_t)} \quad (۱۴)$$

تغییرات ناشی از تکنولوژی (TC) به صورت زیر است:

$$\left[ \frac{d^t(x_s, y_s)}{d^t(x_s, y_s)} \times \frac{d^t(x_t, y_t)}{d^s(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (۱۵)$$

پس از محاسبات مربوط به شاخص مال‌م کوئیست و تجزیه آن برای هر واحد تصمیم‌ساز، اگر  $EC > 1$  باشد آن گاه واحد مذکور در بین دو دوره افزایش کارایی داشته است و هر گاه  $EC < 1$  باشد کاهش کارایی خواهیم داشت. چنان‌چه  $TC > 1$  باشد، آن گاه واحد مربوطه در خلال دو دوره، پیشرفت تکنولوژی داشته است و هر گاه  $TC < 1$  باشد با افت تکنولوژی مواجه بودیم. بنابراین TC بیانگر میزان تأثیر تغییرات تکنولوژی و دانش فنی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد. در نهایت اگر بر مبنای حداکثرسازی محصول، مقدار شاخص مال‌م کوئیست کمتر از یک شود، به معنی بدتر شدن عملکرد بنگاه می‌باشد، در حالی که اگر مقدار شاخص مذکور بزرگتر از یک باشد، نشان دهنده‌ی بهبود عملکرد آن بنگاه خواهد بود.

**یافته‌ها:** با توجه به مباحث نظری تحقیق و پیشینه تحقیق از متغیرهای سهم سرمایه

گذاری از تولید ناخالص داخلی، مخارج R&D، نرخ ارز مؤثر، نرخ اشتغال، ثبت نام

مدارس (شاخصی از سرمایه انسانی)، به عنوان نهاده‌های تحقیق و نرخ رشد تولید

ناخالص واقعی به عنوان ستانده استفاده شده است. برای متغیرهایی که در بعضی

از سال‌ها که داده‌ها در دسترس نبوده نیز از روش برون‌یابی و درون‌یابی استفاده شده است.

در این تحقیق با استفاده از نرم افزار winDeap، روش چند مرحله‌ای<sup>۱</sup> تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) با رویکرد خروجی محور<sup>۲</sup> محاسبه شده است. همچنین از شاخص مال‌کوئیسیت برای اندازه‌گیری تغییرات شاخص‌های بهره‌وری کشورهای در حال توسعه منتخب شامل: آذربایجان، بلاروس، بلغارستان، چین، گرجستان، ایران، قزاقستان، کره، کویت، قرقیزستان، لتونی، لیتوانی، مغولستان، رومانی، روسیه، تایلند، تونس؛ برای دوره زمانی ۱۹۹۸-۲۰۰۷ استفاده شده است.

جدول (۱) - نتایج حاصل از DEA، مقادیر کارایی فنی و نوع بازده به مقیاس در طول دوره

۱۹۹۸-۲۰۰۷

کشور	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	نوع مقیاس
آذربایجان	۰/۱۲۸	۱	۰/۱۲۸	صعودی
بلاروس	۰/۱۵۳	۰/۲۱۸	۰/۷	صعودی
بلغارستان	۰/۱۹۲	۱	۰/۱۹۲	صعودی
چین	۰/۰۷۹	۰/۱۰۴	۰/۷۶۳	صعودی
گرجستان	۰/۰۷۵	۱	۰/۰۷۵	صعودی
ایران	۰/۱۹۳	۰/۳۸۸	۰/۴۹۸	صعودی
قزاقستان	۰/۶۸۹	۱	۰/۶۸۲	صعودی
کره	۰/۷۱۲	۰/۹۳۱	۰/۷۷۳	صعودی
کویت	۱	۱	۱	ثابت
قرقیزستان	۰/۰۳۳	۱	۰/۰۳۳	صعودی
لتونی	۰/۳۰۱	۱	۰/۳۰۱	صعودی
لیتوانی	۰/۳۲۴	۰/۴۷۵	۰/۶۸۲	صعودی
مغولستان	۰/۰۴۵	۱	۰/۰۴۴	صعودی
رومانی	۰/۱۶۹	۰/۲۰۲	۰/۸۳۹	صعودی
روسیه	۰/۱۹۳	۰/۶۰۹	۰/۳۱۶	صعودی
تایلند	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۱	ثابت
تونس	۰/۲۸۲	۱	۰/۲۸۲	صعودی
اوکراین	۰/۰۷۹	۱	۰/۰۷۹	صعودی
میانگین کل	۰/۲۶۶	۰/۷۲۵	۰/۴۶۶	-

<sup>۱</sup> - روش چند مرحله‌ای موجب می‌شود نقاط کارایی مشخص شده مستقل از واحدهای اندازه‌گیری باشد.

<sup>۲</sup> - به دلیل امکان تغییر بیشتر در شاخص خروجی نسبت به شاخص‌های ورودی و آزادی عمل بیشتر در تغییر آن از رویکرد خروجی محور استفاده شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده، ملاحظه می‌شود که کارایی متفاوتی برای هر کشور به دست آمده است. کارایی کشور قرقیزستان و مغولستان به ترتیب، معادل ۰/۰۳۳ و ۰/۰۴۴ می‌باشد که کمترین میزان کارایی را در بین کشورها دارا می‌باشند و می‌توان گفت کشور قرقیزستان و مغولستان، تنها با ۰/۰۳۳ و ۰/۰۴۴ درصد منابع خود، همان سطح جاری محصولات را داشته باشند.

همچنین با توجه به جدول بالا، تعداد ۱۷ کشور دارای کارایی کمتر از ۰/۹ هستند که نشان‌دهنده درجه خوبی از تشخیص مدل DEA است. در هر یک از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی تلاش بر این است که کارایی هر کشور تا آنجا که ممکن است بالا برده شود. در این جدول، با در نظر گرفتن کارایی فنی، فقط کشور کویت تابع مرزی قرار دارد و تنها کارایی کشور کره به یک نزدیک می‌باشد. با در نظر گرفتن کارایی مدیریتی، کشورهای آذربایجان، بلغارستان، گرجستان، قزاقستان، کویت، قرقیزستان، لتونی، مغولستان، اوکراین و تونس کارا خواهند بود. با توجه به نتایج به دست آمده همه کشورها دارای روند صعودی هستند فقط کشور تایلند و کویت دارای بازده ثابت به مقیاس هستند.

متوسط کارایی فنی کشورها طی دوره ۱۹۹۸-۲۰۰۷، برابر ۰/۲۶۶ می‌باشد که این نشان می‌دهد به طور متوسط ۲۶/۶ درصد از تولید به طور بالقوه با استفاده از مقدار معینی از نهاده‌ها تولید می‌شود. کارایی مدیریتی کشورها با میانگین ۰/۷۲۵ بیانگر وضعیت عملکردی مطلوبی است. در زمینه کارایی مقیاس نیز با میانگین ۰/۴۶۶ که از وضعیت متوسطی برخوردار است. بر مبنای نتایج حاصله، کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس کشور ایران به ترتیب ۰/۱۹۳، ۰/۳۸۸ و ۰/۴۹۸ است. همچنین کشور ایران می‌تواند به منظور استفاده بهینه از ظرفیت‌های خالی موجود، با در نظر گرفتن ساختار سیاسی و اقتصادی حاکم بر کشور از الگوی کشورهایی با بهره‌وری و رشد اقتصادی بالا همچون کشور کویت استفاده کند.

جدول (۲) - نتایج حاصل از شناسایی کشورهای کارا برای کشورهای ناکارا به روش Peers

ردیف	کشور	Peers <sup>۱</sup>			Count <sup>۲</sup>
۱	آذربایجان			۱	۰
۲	بلاروس		۹	۱۷	۰
۳	بلغارستان			۳	۱
۴	چین		۹	۱۷	۰
۵	گرجستان			۵	۰
۶	ایران		۹	۱۷	۰
۷	قزاقستان			۷	۱
۸	کره		۹	۱۷	۰
۹	کویت			۹	۸
۱۰	قرقیزستان			۱۰	۱
۱۱	لتونی			۱۱	۰
۱۲	لیتوانی		۹	۱۷	۰
۱۳	مغولستان			۱۳	۰
۱۴	رومانی		۹	۱۷	۰
۱۵	روسیه	۷	۳	۹	۰
۱۶	تایلند			۹	۰
۱۷	تونس			۱۷	۶
۱۸	اوکراین			۱۸	۰

با در نظر گرفتن ورودی‌ها و خروجی‌های تحقیق و استفاده از شاخص مالم کوئیست، رشد بهره‌وری عوامل تولید کشورهای مورد بررسی به شرح زیر محاسبه شده است.

<sup>۱</sup> - بنگاه‌های کارا را برای بنگاه مورد نظر نشان می‌دهد

<sup>۲</sup> - تعداد دفعاتی است که بنگاه به عنوان یک بنگاه کارا برای سایر بنگاه‌ها ناکارا فعالیت می‌کند.

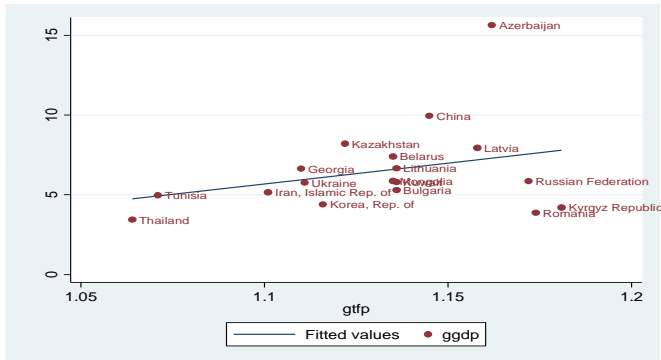
جدول (۳) - میانگین تغییرات شاخص‌های بهره‌وری (مالم کوئست)

کشور	تغییرات کارایی فنی	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات کارایی مدیریتی	تغییرات کارایی تکنولوژیکی	رشد بهره‌وری کل عوامل
آذربایجان	۱/۰۶۷	۱/۰۶۷	۱	۱/۰۸۹	۱/۱۶۲
بلاروس	۰/۹۸۸	۰/۹۸۹	۰/۹۹۹	۱/۱۵	۱/۱۳۵
بلغارستان	۰/۹۸۸	۰/۹۸۸	۱	۱/۱۵	۱/۱۳۶
چین	۱/۰۴	۰/۹۷۹	۱/۰۶۳	۱/۱۰۱	۱/۱۴۵
گرجستان	۱/۰۴۱	۱/۰۴۱	۱	۱/۰۶۶	۱/۱۱
ایران	۰/۹۵۷	۰/۹۵۳	۱/۰۰۴	۱/۱۵۱	۱/۱۰۱
قزاقستان	۱/۰۴۲	۱/۰۴۲	۱	۱/۰۷۶	۱/۱۲۲
کره	۰/۹۷۵	۱/۰۰۷	۰/۹۶۸	۱/۱۴۵	۱/۱۱۶
کویت	۱	۱	۱	۱/۱۳۶	۱/۱۳۶
قرقیزستان	۱/۱۰۹	۱/۱۰۹	۱	۱/۰۶۵	۱/۱۸۱
لاتویا	۱/۰۱۶	۱/۰۱۶	۱	۱/۱۳۹	۱/۱۵۸
لیتوانی	۱/۰۰۷	۰/۹۸۶	۱/۰۰۲	۱/۱۲۸	۱/۱۳۶
مغولستان	۱/۰۱۳	۱/۰۱۳	۱	۱/۱۲۱	۱/۱۳۵
رومانی	۱/۰۴۳	۰/۹۱۷	۱/۱۳۷	۱/۱۲۵	۱/۱۷۴
روسیه	۱/۰۲۶	۱/۱۰۸	۰/۹۲۶	۱/۱۴۲	۱/۱۷۲
تایلند	۰/۹۳۶	۰/۹۹	۰/۹۴۵	۱/۱۳۷	۱/۰۶۴
تونس	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱/۱۱۷	۱/۰۷۱
اوکراین	۱/۰۲	۱/۲۴۶	۰/۸۱۸	۱/۰۸۹	۱/۱۱۱
میانگین کل	۱/۰۱۲	۱/۰۰۲	۰/۹۹۲	۱/۱۱۸	۱/۱۳۱

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد بالاترین رشد TFP مزبور به کشور قرقیزستان (۱/۱۸۱) است که بیشتر به دلیل بالاتر بودن کارایی فنی است و این نشان می‌دهد که به طور متوسط ۱۸/۱ درصد رشد بهره‌وری کل عوامل منجر به ۱۰/۹ درصد رشد کارایی فنی و ۶/۵ درصد رشد کارایی تکنولوژی شده است. کمترین میزان TFP مربوط به کشور تایلند (۱/۰۶۴) که به دلیل پایین بودن کارایی فنی می‌باشد. رشد TFP در ایران (۱/۱۰۱) می‌باشد که به طور متوسط ۱۰/۱ درصد رشد TFP منجر به ۹/۵۷ درصد رشد کارایی فنی و ۱/۵۱ درصد رشد کارایی تکنولوژی شده است.

همچنین کارایی فنی کشورها با میانگین ۱/۰۱۲ از وضعیت مطلوبی برخوردار است و کارایی مدیریتی کشورها با میانگین ۰/۹۹۲ بیانگر وضعیت عملکردی مطلوبی است. همچنین کارایی تکنولوژی کشورها با میانگین ۱/۱۱۸ از وضعیت مطلوبی برخوردار است. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد طی دوره‌ی ۱۹۹۸-۲۰۰۷ بهره‌وری در کشورهای مورد بررسی افزایش یافته است که بیشتر به دلیل تغییرات تکنولوژیکی می‌باشد.

نمودار زیر نشان می‌دهد کشورهایی که طی دوره مورد نظر میانگین رشد GDP بالایی دارند، رشد TFP نیز مقادیر بالایی را دارا می‌باشند.



شکل ۲- میانگین رشد GDP و رشد TFP

## نتایج و بحث

از آن جایی که روش تحلیل پوششی داده‌ها، قابلیت ارائه نتایج با دو ماهیت ورودی و خروجی را دارد، بنابراین در ارائه راهکار برای افزایش کارایی کشورهای منتخب در زمینه دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر از قدرت بیشتری برخوردار است. در این مطالعه از داده‌های سالانه طی دوره ۱۹۹۸-۲۰۰۷ استفاده شده است. همچنین ابتدا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به اندازه‌گیری بهره‌وری و سپس با استفاده از شاخص مالم کوئیست به محاسبه رشد بهره‌وری در کشورهای مورد بررسی پرداخته شده است. نتایج نشان داده که به طور متوسط برای اکثر کشورها جهت افزایش رشد بهره‌وری باید توجه بیشتری به بهبود کارایی فنی شود. با توجه به نتایج به دست آمده از مالم کوئیست، بالاترین رشد بهره‌وری مربوط به کشور قرقیزستان است و در طی دوره مورد بررسی تولید ناخالص داخلی سرانه در این کشور ابتدا سیر نزولی داشته است اما با رشد بهره‌وری میزان تولید افزایش یافته است. بنابراین جهت تسریع در رشد اقتصادی لازم است در عوامل رشد بهره‌وری سرمایه‌گذاری‌های زیادی صورت گیرد.

همچنین با توجه به نتایج به دست آمده از DEA در این پژوهش و با در نظر گرفتن مرز کارایی برای کشور ایران، کشورهای کویت و تونس به عنوان کشورهای



مرجع می‌باشند که با بررسی متغیرهای کشورهای مرجع می‌توان توصیه‌های سیاستی زیر را در جهت رشد سریع بهره‌وری کل عوامل تولید ارائه کرد:

افزایش سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی از نوع آموزش و رفع موانع استفاده از ظرفیت‌های بیکار که می‌توان رشد بهره‌وری و در نتیجه رشد اقتصادی را افزایش داد.

افزایش مخارج صرف شده در بخش تحقیق و توسعه (R&D) و افزایش تعداد پژوهشگران.

افزایش سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال که می‌تواند نقش مهمی در ارتقای بهره‌وری کل عوامل و در نتیجه رشد اقتصادی بالاتر را داشته باشد.

## References

Ascari, G & Di cosmo.V (2004), "Determination of total factor productivity in Italian regions", Università Degli Studi Cli Pavia, available in: <http://economia.unipu.it>

Afriat, S.N (1972), «Efficiency Estimation of Production», International Economic Review, no.13

Banker, R, Charnes, A & Cooper, W (1984), «Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis», Management Science, vol. 30, no.2, pp.123-134

Charnes, A, Cooper, W & Rhodes, E (1978), «Measuring the efficiency of decision making unit», European Journal of Operation Research, vol. 2, pp. 429-444

Central Bank of the Islamic Republic of Iran. (2009). Productivity of Labor, Capital and Total Factors of Production, (In Persian).

Coelli, T (1996), «A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program», Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia

Farrell, M.J (1957), «The measurement of productive», Journal of Royal Statistical Society, vol. 12, no. 3, pp. 253-281.

Fischer, Stanley (1993), «The role of macroeconomic factors in growth», Working paper, Available in: <http://www.valuefronteira.com>

Hendricks, L (2002), «Cross-country income differences: technology gaps or human capital gaps? Evidence from immigrant earning», American Economic Review, vol. 92, no. 3, pp. 198-219

Hall, R & Jones, C (1999), «Why do some countries produce so much more output per worker than others?», Quarterly Journal of Economics, vol. 114, no. 1, pp. 83-116

Han, G, Kalirajan, K & Singh, N (2004), « Productivity, efficiency and economic growth: East Asia and the rest of the world», Journal of developing areas, vol. 37, no. 2, pp. 99-118

Halkos, G.E & Tzeremes, N.G (2009), «Economic efficiency and growth in the EU enlargement», Journal of Policy Modeling, vol.31, no.3, pp.847-862

Heston, A, Summers, R & Aten, B (2002), «Penn world table version 7.3: an expanded set of international comparison», 1950-1988, Quarterly Journal of Economics, vol.106, pp. 327-368

Imami Meybodi, A. (2000). Principles of Measuring Productivity and Productivity. Tehran: Institute for Business Studies and Research, (In Persian).

---

Kim, Sangho, Park, Donghyn & Ho Park, Jong (2010), «Productivity growth across the world», Working paper, available in: <http://www.adb.org>

Mojmir, H & Jiri, H (2009), «Analysis of total factor productivity contribution to economic growth of the Czech republic», *Politic a Economic*, vol. 57, no. 6, pp. 740-753

Prescott, E (1998), «A theory of total factor productivity», *International Economic Review*, vol. 39, no. 1, pp. 525-552

Solow, R (1957), «Technical change and the aggregate production function», *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, no. 32, pp.65-94.

Salvatore, Dominick (2008), «Growth, productivity and compensation in the US and in the G-7 countries», *Journal of Policy Modeling*, vol. 30, no. 1, pp. 627-631