

## تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران (رویکرد بین‌بخشی)

دکتر اسفندیار جهانگرد\* دکتر حسن طائی\*\*

مؤکان نادری\*\*\*

پذیرش: ۹۰/۳/۱۶

دریافت: ۸۸/۸/۱۰

الگوی داده - ستانده / بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) / داده‌های تابلویی

### چکیده

یک درک کلی از علم اقتصاد، استفاده بهینه از منابع کمیاب است و بهره‌وری نیز بر همین مفهوم تأکید دارد. در این مقاله، با استفاده از الگوی تعادل عمومی داده - ستانده و پیوندهای بین‌بخشی فعالیت‌ها، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه شده و سپس رابطه بین فعالیت‌های تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی و فیزیکی با رشد بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از روش داده‌های تابلویی در سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۳ آزمون می‌شود. براساس نتایج به‌دست آمده، اثر متغیرهای مورد نظر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، مثبت و معنادار است. البته اثر متغیر سرمایه سرانه فیزیکی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بیش از سایر متغیرها است. براساس یافته‌های این مطالعه، می‌توان گفت افزایش تخصیص منابع مالی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه و همچنین تعمیق سرمایه و بهبود سرمایه انسانی در هر یک از بخش‌های اقتصادی، به رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و در نتیجه رشد اقتصادی منجر می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: D24, C23, D57

email: ejahangard@gmail.com

email: taee.ha@gmail.com

email: mojgan\_naderi83@yahoo.com

\*. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

\*\*. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

\*\*\*. کارشناس ارشد علوم اقتصادی.

■ دکتر اسفندیار جهانگرد، مسئول مکاتبات.

## مقدمه

درک کلی علم اقتصاد، به معنای استفاده بهینه از منابع کمیاب است و بهره‌وری نیز بر همین مفهوم تأکید دارد. این مفهوم به این صورت است که هدف کل سیستم اقتصادی باید استفاده بهینه از منابع کمیاب باشد. بنابراین، موضوع بهره‌وری عزم و قبول یک سیستم کلی است که در آن استفاده از منابع کمیاب، بهینه باشد. از ملزومات بهبود بهره‌وری، شناسایی اصلی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آن است. در ادبیات بهره‌وری، عوامل اساسی تعیین‌کننده سطح بهره‌وری را می‌توان در قالب نگرشی خاص به چهار گروه اصلی سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی، فناوری و تأمین سرمایه، دستمزد و تجارت خارجی تقسیم‌بندی کرد. اقتصاددانان بزرگی از جمله ارو، سولو<sup>۱</sup>، کندریک<sup>۲</sup>، کوزنتس، گریلیچز و لوکاس سعی کردند نسبت افزایش تولید ناخالص ملی در دوره معینی از زمان را مشخص کنند؛ به این گونه که چه مقدار به عامل تولید قابل‌اندازه‌گیری (کار و سرمایه) مربوط است و چه نسبتی از آن توسط دیگر عوامل تولید ناشی شده است. این عوامل پسماند که در واقع چیزی به‌غیر از نسبت افزایش در تولید - که توسط عامل کار و سرمایه توضیح داده نمی‌شود - نیستند، تولید را بسیار تحت تأثیر قرار می‌دهند، به طوری که تأثیرشان قابل چشم‌پوشی نیست و منشأ تحول بسیاری از جوامع و فعالیت‌ها بوده است.

بنابراین در دنیای امروز، ارتقای بهره‌وری یکی از اولویت‌های ملی هر کشور به حساب می‌آید، زیرا ادامه حیات اقتصادی کشورها، رشد اقتصادی و بهبود سطح زندگی افراد یک جامعه، به ارتقای بهره‌وری وابسته است. به گونه‌ای که کشورهای موفق صنعتی و در حال توسعه، بخش قابل‌ملاحظه‌ای از رشد تولیدشان را از این طریق به دست آورده‌اند. بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، معیاری است که توصیف‌کننده استفاده صحیح و بهینه از عوامل تولید و همچنین درجه دستیابی به اهداف از پیش تعیین‌شده است. اساساً مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) زمانی اهمیت یافت که سازمان‌ها دریافتند رشد ستانده به دلیل محدودیت‌های موجود در استفاده از منابع، در بلندمدت از طریق رشد مداوم نهاد به دست نمی‌آید. به بیان دیگر، هرچه بیش‌تر از منابع استفاده شود، تضمین رشد پایدار

---

1. Solow.

2. Kendrick.

ستانده کم‌تر و کم‌تر می‌شود. با توجه به نقش بهره‌وری عوامل تولید در رشد اقتصادی، بهتر است عوامل اصلی مؤثر بر رشد آن در سطح کلان - بخشی شناخته شوند. از این‌رو، در این مقاله، ابتدا با استفاده از روشی نوین و متفاوت در ایران، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از الگوی داده - ستانده در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران بررسی می‌شود و در ادامه با استفاده از شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخشی و مدل داده‌های تابلویی<sup>۱</sup> به شکل تعادل عمومی برای اولین بار در ایران به این سؤال پرداخته می‌شود که چه عواملی در رشد بهره‌وری عوامل تولید مؤثرند. همچنین در این پژوهش، عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران بررسی خواهد شد. برای این منظور از جداول داده - ستانده سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۴ بانک مرکزی ایران با تعدیل به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ استفاده می‌شود.

## ۱. چارچوب نظری

بررسی علل رشد اقتصادی همواره از دغدغه‌های محوری اقتصاددانان بوده است. براساس مطالعات اولیه در بررسی علل رشد اقتصادی، سرمایه فیزیکی تنها عامل رشد اقتصادی است. اما رفته‌رفته، شواهد تجربی نشان داد که سرمایه فیزیکی تمام تغییرات تولید را توضیح نمی‌دهد. با شکل‌گیری الگوهای رشد نئوکلاسیک، پیشرفت‌های فناوری عامل اصلی رشد اقتصادی معرفی شد که تغییرات آن به‌صورت برون‌زا بر رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد. براساس این دیدگاه، پیشرفت‌های فناوری منبعی برای رشد مستمر تولید است. بدون وجود پیشرفت‌های فناوری، انباشت سرمایه دچار بازدهی نزولی می‌شود، اما فناوری به‌طور مداوم بازده نزولی انباشت سرمایه را جبران کرده و در نتیجه، بهره‌وری نیروی کار افزایش خواهد یافت. اما سؤال این است که منشأ پیشرفت‌های فناوری - که عامل اصلی رشد اقتصادی این مدل‌ها است - چیست؟ تئوری‌هایی که اخیراً به این سؤال پاسخ جدی‌تری داده‌اند تحت‌عنوان تئوری‌های رشد درون‌زا معرفی می‌شوند. این تئوری‌ها بر درک و یافتن نیروهایی متمرکز شده‌اند که سبب پیشرفت فناوری می‌شوند. لذا در ادبیات اخیر رشد، علاوه بر سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه نیز به‌عنوان نهاده

وارد تابع تولید شده‌اند. با این وصف، این قسمت از بحث به شناسایی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید مربوط است. در این مورد از مطالعه ولف<sup>۱</sup> استفاده شده است که در آن، یک تابع تولید نئوکلاسیک استاندارد شده برای بخش زام، به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$X_j = Z_j f_j(k_{cj}, K_{oj}, LAB_j, INT_j, RD_j) \quad (1)$$

که در آن  $X_j$  ستانده بخش زام،  $k_{cj}$  انواع سرمایه با فناوری‌های بالا،  $K_{oj}$  کالاهای سرمایه‌ای،  $LAB_j$  نیروی کار،  $INT_j$  نهاده‌های واسطه‌ای،  $RD_j$  سرمایه تحقیق و توسعه<sup>۲</sup>،  $Z_j$  شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید است.

برای راحتی کار، در تابع (۱) اندیس زمان لحاظ نشده است. از این گذشته، بهره‌برداری از ظرفیت و هزینه‌های تعدیل نادیده گرفته شده است. در صورت گرفتن لگاریتم و مشتق از رابطه فوق رابطه (۲) به دست می‌آید:

$$d \ln X_j = d \ln Z_j + \varepsilon_{cj} d \ln K_{cj} + \varepsilon_{oj} d \ln K_{oj} + \varepsilon_{lj} d \ln LAB_j + \varepsilon_{nj} d \ln INT_j + \varepsilon_{rj} d \ln RD_j \quad (2)$$

$\varepsilon_j$  نشان‌دهنده کشش تولیدی هر یک از نهاده‌ها و  $d \ln Z_j$  بیانگر سرعت رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) است. اگر فرض‌های رقابتی بودن بازار نهاده‌ها و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس اعمال شود، سهم عامل ورودی هر یک از نهاده‌ها ( $\alpha_j$ ) با کشش تولیدی آن نهاده ( $\varepsilon_j$ ) برابر خواهد شد. حال از معیار رشد استاندارد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) که به صورت زیر تعریف شده، استفاده می‌شود:

$$\pi_j = d \ln X_j / dt - \alpha_{cj} d \ln K_{cj} / dt - \alpha_{oj} d \ln K_{oj} / dt - \alpha_{lj} d \ln LAB_j / dt - \alpha_{nj} d \ln INT_j / dt \quad (3)$$

که در آن،  $\pi_j$  رشد استاندارد TFP و  $\alpha_j$  سهم عامل ورودی نهاده زام است؛ سپس رابطه (۴) به دست می‌آید.

۱. الف (۲۰۰۲)؛ و (۲۰۰۷).

$$\pi_j = d \ln Z_j / dt + \alpha_{Rj} d \ln RD_j / dt \quad (۴)$$

مطابق نظر استیرو (۲۰۰۲)، دلایل مختلفی برای عدم ورود نوعی از تکنولوژی‌های جدید<sup>۱</sup> (که در ارتباط با فناوری‌های بالا هستند) در تابع نئوکلاسیک استاندارد شده، وجود دارد. از جمله این دلایل می‌توان به متغیرهای حذف‌شده، تغییرات تکنولوژیکی و سنجش خطای متغیرها اشاره کرد. اگر کشش تولیدی انواع سرمایه با فناوری‌های بالا به‌خاطر یکی از دلایل ذکر شده، بیش‌تر از سهم عامل ورودی آن شود ( $\epsilon_{cj} > \alpha_{cj}$ )، به‌صورت زیر تعریف می‌شود<sup>۲</sup>:

$$u_{cj} = \epsilon_{cj} - \alpha_{cj} \quad (۵)$$

و سپس با توجه به توضیحات ارائه شده، رابطه (۶) به‌دست می‌آید:

$$\pi_j = d \ln Z_j / dt + \alpha_{Rj} d \ln RD_j / dt \quad (۶)$$

این عبارت حاکی از آن است که بهره‌وری کل عوامل تولید، تابعی از عواملی نظیر تحقیق و توسعه و انواع سرمایه با فناوری‌های بالا و سایر متغیرهای کنترلی است. بحث مشابه‌ای برای رشد بهره‌وری نیروی کار (LP) وجود دارد. با توجه به بهره‌وری نیروی کار معادله (۷) حاصل می‌شود:

$$LP_j = d \ln X_j / dt - d \ln LAB_j / dt \quad (۷)$$

اگر دوباره فرض‌های بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابتی بودن بازار نهاده‌ها را در نظر گرفته شود، خواهیم داشت:

$$LP_j = d \ln Z_j / dt + \alpha_{cj} d \ln K_{cj} / dt + \alpha_{oj} d \ln K_{oj} / dt + \alpha_{Nj} d \ln INT_j / dt + \alpha_{Rj} d \ln RD_j / dt \quad (۸)$$

با فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت عوامل تولید، خواهیم داشت:

۱. به نقل از ولف (۲۰۰۷).

$$\alpha_{cj} + \alpha_{oj} + \alpha_{nj} + \alpha_{lj} = 1$$

بنابر یکی از دلایل ذکر شده (متغیرهای حذف شده، تغییرات تکنولوژیکی و سنجش خطای متغیرها)، ضرایب برآورد شده برای انواع سرمایه با فناوری‌های بالا ( $K_{cj}/dt$ ) باید بیش تر از سهم عامل ورودی آن باشد. عبارت بالا می‌دهد که بهره‌وری نیروی کار، تابعی از عواملی نظیر انواع سرمایه با فناوری‌های بالا، سرمایه فیزیکی (کالا‌های سرمایه‌ای)، نهاده‌های واسطه‌ای، تحقیق و توسعه و سایر متغیرهای کنترلی است. در ادامه، تغییر در متوسط مهارت کارکنان نیز وارد تابع تولید نئوکلاسیک استاندارد شده می‌شود. برای این کار دو روش وجود دارد. اول این که نهاده نیروی کار استفاده شده در بخش زام که  $Q_j$  نامیده می‌شود، به صورت زیر تعریف شود:

$$Q_j = LAB_j \times S_j \quad (9)$$

$S_j$  نشانگر متوسط مهارت کارکنان در بخش زام<sup>۱</sup> است. پس رابطه (۹) به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$X_j = Z_j f_j^*(K_{cj}, K_{oj}, Q_j, INT_j, RD_j) \quad (10)$$

با در نظر گرفتن فرض‌های بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابتی بودن بازار نهاده‌ها، برای تعریف رشد بهره‌وری نیروی کار از رابطه (۷) استفاده می‌کنیم:

$$LP_j = d\ln Z_j / dt + \alpha_{cj} d\ln K_{cj} / dt + \alpha_{oj} d\ln K_{oj} / dt + \alpha_{nj} d\ln INT_j / dt + \alpha_{lj} d\ln S_j / dt + \alpha_{Rj} d\ln RD_j / dt \quad (11)$$

این رابطه نشان می‌دهد با افزایش رشد سطح مهارت کارکنان، رشد بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد. دومین شیوه از تابع استاندارد درآمد سرمایه انسانی<sup>۲</sup> به دست می‌آید. این تابع به صورت زیر است:

$$\ln W = \alpha_0 + \alpha_1 S \quad (12)$$

1. Average Worker Skills in Sector j.

2. Standard Human Capital Earnings Function.

که در آن  $W$  نشانگر دستمزد و  $S$  سطح مهارت کارکنان (یا تحصیلات)،  $\alpha_1$  و  $\alpha_0$  ضرایب ثابت‌اند. بنابراین:

$$(d\ln W)/dt = \alpha_1 (dS/dt) \quad (13)$$

سهم دستمزد در بخش  $j$  ام که با  $\alpha_{Lj}$  نشان داده می‌شود، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\alpha_{Lj} = W_j \times LAB_j / X_j \quad (14)$$

که با توجه به فرض‌های بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابتی بودن بازار نهاده‌ها خواهیم داشت:

$$\alpha_{Lj} = \varepsilon_{Lj}$$

که  $\varepsilon_{Lj}$  کشش تولیدی عامل نیروی کار است. بنابراین:

$$X_j / LAB_j = W_j / \varepsilon_{Lj} \quad (15)$$

در این حالت، نهاده نیروی کار کارآمد و مؤثر به وسیله معادله زیر نشان داده می‌شود:

$$\ln Q = S + \ln LAB \quad (16)$$

و در ادامه با استفاده از رابطه (۷) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} LP_j = & d\ln Z_j / dt + \alpha_{c_j} d\ln K_{c_j} / dt + \alpha_{o_j} d\ln K_{o_j} / dt + \alpha_{N_j} d\ln INT_j / dt \\ & + \alpha_{L_j} dS_j / dt + \alpha_{R_j} d\ln RD_j / dt \end{aligned} \quad (17)$$

به عبارت دیگر، نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار باید با تغییرات در سطح مهارت یا کیفیت نیروی کار در هر زمانی متناسب باشد. رابطه (۱۷) نشان می‌دهد رشد بهره‌وری نیروی کار تابعی از بهره‌وری کل عوامل تولید، سرمایه با فناوری‌های بالا، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و فعالیت‌های تحقیق و توسعه است. ولف در مطالعات خود در سال‌های مختلف، برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) به صورت تجربی از داده‌های الگوی داده - ستانده، استفاده می‌کند که در رابطه (۱۸) نشان داده شده است. با استفاده از مبانی

نظری بهره‌وری فوق و شاخص‌های محاسبه TFP، مطابق مطالعات ولف (۲۰۰۲ و ۲۰۰۷) می‌توان مدل رگرسیونی ارائه کرد که اثر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) از جمله فعالیت‌های تحقیق و توسعه، سرمایه‌های انسانی و سرمایه‌های فیزیکی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را تحلیل کند.

$$TFPGRTH_{jt} = \beta_0 + \beta_1 RD_{jt} + \beta_2 HU_{jt} + \beta_3 KL_{jt} + v_j \quad (18)$$

که در آن  $TFPGRTH_{jt}$  رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش اقتصادی  $j$  در سال  $t$  نسبت به دوره قبل،  $RD_{jt}$  هزینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه بخش  $j$  نسبت به تولید ناخالص داخلی کشور، در سال  $t$  نسبت به دوره قبل،  $HU_{jt}$ : سرمایه انسانی در بخش  $j$  به کل شاغلان آن بخش، در سال  $t$ .  $KL_{jt}$  رشد موجودی سرمایه سرانه در بخش  $j$  در سال  $t$  نسبت به دوره قبل و  $v_j$  جمله خطا است و  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  نیز به ترتیب، ضرایب متغیرها هستند. این مطالعه با این چارچوب نظری، به دنبال پاسخ به این سؤال است که چگونه هر یک از عوامل یادشده بر رشد بهره‌وری عوامل تولید اثر می‌گذارند.

### ۱-۱. روش‌های اندازه‌گیری TFP

در ادبیات اقتصادی، روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری TFP وجود دارد. یکی از آن‌ها «روش مستقیم محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید» است که بدون استفاده صریح از تابع تولید، شاخص TFP را برآورد می‌کند. این روش‌ها، به دلیل متفاوت بودن واحدهای اندازه‌گیری نهاده‌های به‌کاررفته در فرایند تولیدشان (نظیر نیروی کار و سرمایه)، عمل تجمیع<sup>۱</sup> نهاده‌ها را با استفاده از تکنیک‌های خاصی انجام می‌دهند و یک شاخص از کل نهاده‌ها می‌سازند. دومین روش مبتنی بر استفاده صریح از تابع تولید است و با در نظر گرفتن فرم تابعی معین و انجام عملیات ریاضی بر روی تابع تولید، شاخص TFP را به دست می‌آورد. این روش‌ها، نرخ رشد سالانه و میانگین سالانه بهره‌وری کل عوامل را تخمین می‌زنند و در برآوردشان فرض‌های خاصی در نظر گرفته می‌شود.<sup>۲</sup>

مشکل اصلی در روش مستقیم، جمع بستن نهاده‌هایی است که واحدهای اندازه‌گیری‌شان

1. Aggregation.

۲. امینی (۱۳۸۴)؛ ص ۷۹.



متفاوت است (نظیر نیروی کار و سرمایه). یکی از این روش‌ها که کندریک آن را پیشنهاد کرد، مبتنی بر میانگین وزنی کار و سرمایه است. کندریک از یک تابع تولید ضمنی برای تخمین تغییرات در بهره‌وری استفاده کرد. دومین روش مستقیم محاسبه بهره‌وری کل عوامل، استفاده از شاخص دیویژیا<sup>۱</sup> برای تجمع نهاده‌ها است. در این روش در شرایطی که اطلاعات آماری در خصوص سهم‌های عوامل تولید وجود ندارد به دلیل فرض همگنی خطی و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس از کشش‌های تولیدی کار و سرمایه در برآورد بهره‌وری کل عوامل می‌توان استفاده کرد.

در روش‌های غیرمستقیم محاسبه شاخص TFP، اولین روش به نام «مانده سولو» معروف شده است و عبارت است از تفاضل میانگین موزون رشد عوامل و رشد تولید. به عبارت دیگر، آن بخش از رشد تولید که توسط رشد کمی نیروی کار و سرمایه توضیح‌ناپذیر است، به رشد بهره‌وری کل عوامل منتسب می‌شود. شایان ذکر است نتایج تخمین TFP به دست آمده از این روش، با روش استفاده از شاخص دیویژیا یکسان است. برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل از روش مانده سولو، ابتدا یک فرم تابعی معین برای تابع تولید در نظر می‌گیرند و سپس آن را به روش اقتصادسنجی برآورد کرده و در نهایت، براساس تابع برآوردشده، کشش‌های تولیدی کار و سرمایه را به دست می‌آورند.

دومین روش غیرمستقیم محاسبه TFP معروف به روش سولو است. در این روش، تابع تولید کلی‌ای تعریف می‌شود که بر فرض پیشرفت فناوری خنثی از نوع هیکس مبتنی است. در این روش، یک فرم تابعی معین برای تابع تولید در نظر گرفته شده و سپس با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی پارامترهایش برآورد می‌شود. سولو برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل، تابعی به فرم کاب - داگلاس توصیه می‌کند. هرچند در مواردی که اطلاعات به سهم عامل کار از تولید در دسترس مربوط باشد، می‌توان شاخص بهره‌وری کل عوامل را بدون برآورد تابع تولید محاسبه کرد. نتایج محاسبه با استفاده از روش شاخص دیویژیا زمانی دقت بالایی دارد که تابع تولید از نوع کاب - داگلاس باشد.

در ادبیات اقتصادی، روش متفاوت و نوین دیگری نیز برای محاسبه شاخص بهره‌وری

کل عوامل تولید TFP وجود دارد که توسط ولف<sup>۱</sup> مطرح شده است. در این روش با استفاده از الگوی IO می‌توان شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید TFP را در بخش‌های مختلف اقتصادی محاسبه کرد. شاخص‌های اشاره شده در قسمت قبل، بهره‌وری کل عوامل تولید TFP را در کل اقتصاد محاسبه می‌کردند، اما روش مذکور توان محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید را در بخش‌های مختلف اقتصادی به صورت تعادل عمومی دارد. این مسأله یکی از مزایای روش فوق در محاسبه شاخص TFP برای اقتصادهایی است که از کمبود داده و اطلاعات رنج می‌برند. روش مذکور مبتنی بر روش تعادل عمومی و پیوندهای بین‌بخشی است. به کارگیری مدل تعادل عمومی و پیوندهای بین‌بخشی یکی از نقاط قوت این روش نسبت به روش‌های قبلی است که عمدتاً بر تعادل جزئی متکی هستند.

## ۱-۲. محاسبه شاخص TFP از طریق الگوی داده - ستانده

همان‌طور که اشاره شد، این روش با استفاده از داده‌های جدول‌های داده - ستانده به محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید TFP بخش‌ها می‌پردازد. بدین منظور، دو ماتریس زیر برای بررسی تغییرات ساختاری ای<sup>۲</sup> تعریف می‌شود که شامل ساختار شغلی<sup>۳</sup> اشتغال و تغییرات در داده‌ها و ترکیبات واسطه‌ای در یک بخش است.

$$\left\{ \begin{array}{l} A = \text{ماتریس ضرایب فنی داده - ستانده} \\ \alpha_{ij} = \text{میزان داده } i \text{ ام مورد استفاده در تولید بخش } j \text{ ام} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M = \text{ماتریس ضرایب اشتغال} \\ m_{ij} = \text{میزان اشتغال در حرفه } i \text{ ام در بخش } j \text{ ام تقسیم بر کل اشتغال در بخش } j \text{ ام} \end{array} \right.$$

با استفاده از ماتریس‌های فوق، ولف (۲۰۰۲) شاخص‌هایی را به‌عنوان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید فعالیت‌ها معرفی کرد که به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$DIOCCUP^{1,2} = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^n m_{ij}^1 m_{ij}^2}{\left[ \sum_{i=1}^n (m_{ij}^1)^2 \sum_{i=1}^n (m_{ij}^2)^2 \right]^{1/2}} \right] \quad (19)$$

1. Wolff (2002).

2. Wolff (2002); p. 6.

3. Occupational Structure.

$$DIACOEFF^{1,2} = 1 - \left[ \sum_{i=1}^n a_{ij}^1 a_{ij}^2 \right] / \left[ \sum_{i=1}^n (a_{ij}^1)^2 \sum_{i=1}^n (a_{ij}^2)^2 \right]^{1/2} \quad (20)$$

که در عبارت‌های بالا  $DIOCCUP^{1,2}$  شاخص تغییر ساختار اشتغال<sup>۱</sup> است و با استفاده از ماتریس ضرایب اشتغال به قیمت ثابت  $(M_0)$ ، در دو زمان متفاوت (۲و۱) به دست می‌آید و بیانگر این موضوع است که در زمان دو چه تغییراتی در ساختار اشتغال هر یک از بخش‌های اقتصادی کشور نسبت به زمان یک صورت گرفته است. به عبارت دیگر، تغییر ساختار اشتغال به سمت نیروی کار ماهر و تحصیلکرده و یا برعکس، در هر یک از بخش‌های اقتصادی، موجب تغییر و بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) در آن بخش می‌شود. لذا، این شاخص می‌تواند به عنوان جایگزینی برای رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) در کارهای تجربی قرار گیرد. همچنین  $DIACOEFF^{1,2}$ ، شاخص تغییر ضرایب فنی<sup>۲</sup> است که با استفاده از ماتریس ضرایب فنی به قیمت ثابت  $(A_0)$  در دو زمان متفاوت (۲و۱) به دست می‌آید و نشان می‌دهد که در زمان دو چه تغییراتی در ساختار ضرایب فنی تولید هر یک از بخش‌های اقتصادی کشور نسبت به زمان یک صورت گرفته است. با توجه به تعریف بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، تغییرات ساختاری ضرایب فنی در دو دوره به نوعی نشان‌دهنده رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) است و به عنوان جایگزینی برای آن استفاده می‌شود. در معادله‌های مذکور  $i$  و  $j$  نشان‌دهنده بخش‌ها و عدد یک و دو نشان‌دهنده زمان است.<sup>۳</sup>

## ۲. سابقه پژوهش

موضوع عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید یکی از مباحث مهم اقتصادی محققان و سیاست‌گذاران است که به صورت‌های مختلف مورد توجه محققان اقتصادی داخلی و خارجی قرار گرفته است. ون میج<sup>۴</sup> (۱۹۹۷) در مقاله‌ای با عنوان «اندازه‌گیری اثر تحقیق و توسعه مستقیم و غیرمستقیم بر رشد بهره‌وری صنایع، با استفاده از فهرست فناوری ییل<sup>۵</sup> به

1. Occupational Structure Shifts Over Time.

2. Changes in the Technical Inter Industry Coefficients.

3. Wolff (2002); p.11.

4. Meij (1997).

5. Yale.

بررسی آثار تحقیق و توسعه مستقیم و غیرمستقیم بر رشد بهره‌وری ۳۰ صنعت فرانسوی طی دوره ۱۹۷۸-۱۹۹۲ می‌پردازد. برای وزنی کردن تحقیق و توسعه انجام شده توسط سایر صنایع (تحقیق و توسعه غیرمستقیم)، یک بار از شاخص فهرست بین‌المللی فناوری به نام «ییل» که براساس اطلاعات مربوط به ثبت اختراع ساخته شده است و یک بار نیز از نماینده فهرست استاندارد «جریان داده - ستانده» کالا استفاده می‌شود و اثر این دو شاخص بر رشد بهره‌وری را با هم مقایسه می‌کند (در حالت نماینده فهرست استاندارد، فرض می‌شود علوم منتقل شده تابعی خطی از مقدار کالاها و محصولات مبادله شده است). متغیر تحقیق و توسعه به کار رفته در مدل این مطالعه، ترکیبی از تحقیق و توسعه انجام شده توسط خود صنعت و نیز سرریز آن از سایر صنایع یا به عبارتی مجموع تحقیق و توسعه مستقیم و غیرمستقیم است. مدل این مقاله در دو مرحله تخمین زده می‌شود؛ مرحله اول حالتی است که تحقیق و توسعه غیرمستقیم صفر بوده و وجود ندارد؛ مرحله دوم، حالتی است که تحقیق و توسعه غیرمستقیم یک‌بار توسط شاخص استاندارد و یک‌بار توسط شاخص فهرست ییل به فرمول وارد می‌شود. نتایج تخمین‌های مدل مقاله نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه مستقیم و غیرمستقیم هر دو اثر معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارند و شاخص تحقیق و توسعه فهرست ییل کمی بهتر از شاخص تحقیق و توسعه استاندارد عمل می‌کند. این عملکرد در بخش خدمات و صنایع نوین بهتر است<sup>۱</sup>.

فرانتزن<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «فعالیت‌های تحقیق و توسعه، سرریز بین‌المللی فناوری و بهره‌وری در کشورهای صنعتی» به طرح ارتباطات فناوری میان کشورها و اهمیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و سرریز دانش بین‌المللی در توجیه رشد بهره‌وری کشورها پرداخته است. او از روش داده‌های تابلویی با استفاده از سری‌های زمانی سالانه ۲۱ کشور صنعتی در سال‌های ۱۹۹۱-۱۹۶۵، به تخمین مدل خود پرداخته است. تخمین مدل و نتایج محاسبات آن نشان می‌دهد که هم «سرمایه تحقیق و توسعه داخلی» و هم «سرمایه تحقیق و توسعه خارجی»، اثر معنی‌داری بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد، لیکن اثر تحقیق و توسعه خارجی (سرریز بین‌المللی فناوری) به نسبت از اثر تحقیق و توسعه داخلی (سرریز

1. Meij (1997); p.8.

2. Frantzen (1998).

داخلی فناوری) قوی‌تر است. این نتیجه به این صورت توضیح داده می‌شود که فقط تعداد معدودی از اقتصادهای بزرگ به سبب مزیت‌های حاصل از مقیاس، از اثرات سرریز فناوری داخلی سود می‌برند و دقیقاً به همین دلیل بهترین مکان و موقعیت فناوری را دارند. همچنین نتایج آزمون علیت نشان می‌دهد که جهت علیت در تعادل بلندمدت از سمت تحقیق و توسعه به سمت بهره‌وری کل عوامل تولید است.<sup>۱</sup>

گولک و پوتلزبرگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) در مقاله‌ای با عنوان «تحقیق و توسعه (R&D) و رشد بهره‌وری» به ارتباط بلندمدت رشد بهره‌وری و تغییرات فناوری می‌پردازند. معیار و شاخص بهره‌وری<sup>۳</sup>، MFP یا همان بهره‌وری چندعاملی است که از تفاضل سهم نیروی کار و سرمایه از رشد تولید ناخالص داخلی به دست می‌آید. در این مطالعه، سه منبع برای تغییرات فناوری معرفی شده است که عبارتند از: تحقیق و توسعه تجاری، تحقیق و توسعه خارجی (تحقیق و توسعه تجاری انجام‌شده در سایر کشورهای نمونه) و تحقیق و توسعه عمومی (پژوهشکده‌ها و مراکز تحقیق و توسعه دانشگاهی و دولتی). میزان دخالت فناوری در رشد بهره‌وری با استفاده از معادله‌ای که شاخص بهره‌وری (MFP) را روی منابع مختلف تغییرات فناوری رگرس می‌کند، در یک نمونه ۱۶ تایی از کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) در دوره زمانی ۱۹۹۸-۱۹۸۰ تخمین زده می‌شود.<sup>۴</sup> نتایج این تحقیق بیانگر اثر مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه تجاری بر شاخص بهره‌وری است که نمایانگر سرریزهای اساسی از تحقیق و توسعه تجاری است. همچنین اثر مستقیم تحقیق و توسعه خارجی (تحقیق و توسعه تجاری انجام‌شده در ۱۵ کشور نمونه دیگر) بر بهره‌وری، بسیار بالا و معنی‌دار بوده و منعکس‌کننده این واقعیت است که هر کشوری برای بهبود کارایی بهره‌وری‌اش به شدت به کشورهای دیگر وابسته است. از طرفی، اثر فناوری خارجی بر بهره‌وری کشورهایی که تحقیق و توسعه تجاری بیش‌تری دارند، بزرگ‌تر است. این امر بیانگر لزوم سازگاری و افزایش قابلیت‌های تحقیقاتی کشورها برای استفاده از فناوری‌های خارجی و یا به عبارت بهتر همان ظرفیت جذب است.<sup>۵</sup> اثر تحقیقات دولت و دانشگاه‌ها

1. Frantzen (1998); p.1468.

2. Guelleck & Pottelsberghe (2001).

3. Multi Factor Productivity.

4. Guelleck & Pottelsberghe (2001); p.4.

5. Guelleck & Pottelsberghe (2001); p. 4.

در مورد بهره‌وری نیز مثبت و معنی‌دار است. همچنین هر قدر شدت تحقیق و توسعه تجاری - اقتصادی در کشوری بالاتر باشد اثر تحقیقات عمومی (دولتی و دانشگاهی) بر بهره‌وری، بیش‌تر است. این موضوع نشان‌دهنده قدرت بخش تجاری در تصرف فرصت‌های ایجاد شده توسط تحقیقات عمومی است؛ در حالی که اثر تحقیقات عمومی بر بهره‌وری، در کشورهایی بیش‌تر است که دانشگاه‌هایشان (در مقابل مراکز تحقیق و توسعه دولتی) در تحقیقات عمومی سهم بیش‌تری دارند<sup>۱</sup>.

وان و اینوی<sup>۲</sup> (۲۰۰۳)، در مقاله خود رابطه بین تحقیق و توسعه و بهبود بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی ژاپنی را بررسی کرده‌اند. این کار از طریق تخمین یک تابع تولید کاب - داگلاس، شامل ذخیره تحقیق و توسعه برای ۳۰۰۰ شرکت ژاپنی در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۸ صورت گرفته است. نتایج تحقیق حاکی از نقش مثبت و معنی‌دار هزینه‌های تحقیق و توسعه بر بهره‌وری است، با این توضیح که این نقش بر اساس اندازه شرکت و ویژگی‌های فناوری هر شرکت متفاوت است. نرخ بازده ذخیره تحقیق و توسعه از مطالعات قبلی پایین‌تر به دست آمده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تفاوت‌های داخل شرکت‌ها در توضیح رشدهای بهره‌وری مختلف، بسیار مهم‌تر از تفاوت‌های داخل صنعت است. همچنین اثرات تحقیق و توسعه بر بهبود بهره‌وری، در شرکت‌های بزرگ‌تر و در سطوح فناوری بالاتر، بیش‌تر است. در این مقاله مطالعاتی که تاکنون رابطه مثبت تحقیق و توسعه با بهره‌وری را اثبات کرده‌اند، ذکر می‌شود. تفاوت این مطالعه با مطالعات پیشین در استفاده از آمار به مراتب جدیدتر و جامع‌تر هزینه‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های تولیدی ژاپن و طبقه‌بندی شرکت‌ها از نظر اندازه‌شان است.

گراورسن و مارک<sup>۳</sup> (۲۰۰۵)، در مقاله‌ای با عنوان «اثر سرمایه تحقیق و توسعه بر بهره‌وری شرکت‌ها»، اهمیت تحقیق و توسعه بر روی بهره‌وری بخش خصوصی دانمارک را تجزیه و تحلیل کرده‌اند. این تحقیق با تخمین یک تابع تولید کاب - داگلاس رابطه سرمایه تحقیق و توسعه و ارزش افزوده تمام شرکت‌های بخش خصوصی دانمارکی در سال ۲۰۰۱ را بررسی می‌کند. نتایج این مطالعه بسیار کامل بوده و با پوشش بخش خصوصی دانمارک، نتایجی

1. Guellec & Pottelsbergh (2001); p. 5.

2. Kwon & Inui (2003).

3. Graversen & Mark (2005).

فراهم می‌آورد که عموماً در جهت تحقیقات و اهداف سیاسی تجاری استفاده می‌شود. نتایج تحقیق حاکی از آن است که ارزش افزوده شرکت‌هایی که بخش تحقیق و توسعه فعال دارند، ۴۰ درصد بالاتر از ارزش افزوده شرکت‌هایی است که فعالیت چندانی در تحقیق و توسعه ندارند. همچنین در شرکت‌های فعال در امر تحقیق و توسعه، به‌ازای ۱۰ درصد افزایش در سرمایه تحقیق و توسعه، ارزش افزوده شرکت یک درصد افزایش می‌یابد.

ادوارد ولف<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت‌عنوان «اندازه‌گیری تغییرات فنی و ساختاری در بخش خدمات آمریکا، آیا باعث احیای رشد بهره‌وری شده است؟» با استفاده همزمان از داده‌های سری زمانی، مقطعی و داده‌های تابلویی، عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را برای ۴۴ گروه از صنایع آمریکا در دهه‌های ۱۹۶۰، ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ بررسی می‌کند.<sup>۲</sup> در این مقاله هدف ولف بررسی تأثیرات فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) و انواع سرمایه با فناوری‌های بالا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از ارتباط و پیوندهای بین‌بخشی و تلفیق آن با مدل‌های اقتصادسنجی داده‌های تابلویی در اقتصاد آمریکا است. ولف برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، از ضرایب به‌دست آمده از جداول داده - ستانده استفاده کرده است. در واقع، او با استفاده از جداول داده - ستانده ضرایبی را بررسی کرد که جایگزین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ۴۴ صنعت آمریکا است. این ضرایب از ماتریس‌های ضرایب فنی، ضرایب اشتغال و ضرایب سرمایه جدول‌های داده - ستانده آمریکا در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ به‌دست آمده‌اند. این ضرایب (شاخص تغییر ضرایب فنی، شاخص تغییر ساختار اشتغال و شاخص تغییر ساختار سرمایه) جانشین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در مدل رگرسیونی هستند. در این مدل، رشد بهره‌وری عوامل تولید (به‌عنوان متغیر وابسته) تابعی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه و انواع سرمایه با فناوری‌های بالا (به‌عنوان متغیر مستقل) است. وی در این مقاله نتیجه می‌گیرد که با این که در دوره مورد بررسی و در آمریکا، بین انواع سرمایه با فناوری‌های بالا و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، ارتباط معناداری یافت نشده است ولی ارتباط فعالیت‌های تحقیق و توسعه با رشد بهره‌وری کل عوامل تولید مثبت ارزیابی می‌شود.<sup>۳</sup>

1. Wolff (2007).

2. Wolff (2007); p.1.

3. Wolff (2007); p.17.

پیر موهن و دیگران<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در چارچوب تابع تولید کاب - داگلاس و در قالب داده‌های مقطعی، عوامل مبتنی بر دانش تعیین کننده بهره‌وری صنایع با تکنولوژی پایین (صنایع غذایی، صنعت منسوجات، صنعت پوشاک و چرم) پنج کشور برزیل، اکوادور، افریقای جنوبی، تانزانیا و بنگلادش را در سطح بنگاه بررسی می‌کند. در بخش صنایع غذایی، بهره‌وری بنگاه بسیار تحت تأثیر کیفیت مدیریت و راه‌های مالکیت خارجی قرار دارد. در صنعت منسوجات، بنگاه‌ها سطح بهره‌وری خود را با به کارگیری ماشین‌آلات جدید و فعالیت‌های تحقیق و توسعه بالا می‌برند. در محصولات پوشاک و چرم تحقیق و توسعه، فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده، کیفیت بالای مدیریت و گرفتن مجوز تکنولوژی از بنگاه‌های خارجی در تعیین بهره‌وری بنگاه‌ها مؤثر است. با مقایسه اثر فناوری میان کشورهای در حال توسعه و کم‌تر توسعه یافته، فقط در صنعت پوشاک چرم تفاوت معناداری دیده می‌شود.

در ایران، آذربایجانی (۱۳۶۹) در مقاله‌ای با نام «الگوی اقتصادسنجی عوامل مؤثر بهره‌وری صنایع کشور»، بهره‌وری صنایع کشور در سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۶۴ را بررسی کرده است. در این مطالعه تابع تولیدش از نوع کاب - داگلاس بوده، کشش جانشینی آن ثابت و برابر یک در نظر گرفته شده است، برای تخمین بهره‌وری کل عوامل تولید از دو شاخص بهره‌وری کندریک و تابع تولید سولو استفاده می‌شود. شاخص‌های محاسبه شده نشانگر بیش‌تر بودن بهره‌وری عوامل تولید صنایع ماشین‌آلات، ابزار و محصولات فابریکی، صنایع فلزات اساسی و صنایع شیمیایی در مقایسه با دیگر گروه‌های صنعتی است. بر این اساس، به نظر محقق، صنایع فوق از مزیت نسبی برخوردار بوده و در مقایسه با صنایع دیگر، بیش‌ترین ظرفیت سرمایه‌گذاری، قدرت تولید (بهره‌وری) و ایجاد ارزش افزوده را دارند. همچنین در صورت تخصیص منابع کمیاب در صنایع فوق، می‌توان در مدت زمان کوتاهی اقتصاد کشور را به اقتصادی پویا و مولد تبدیل کرد.

قطمیری (۱۳۷۵) در مقاله‌ای تحت عنوان «اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری صنایع ایران طی دوره ۱۳۷۲-۱۳۵۱»، بهره‌وری صنایع ایران را در ۹ گروه صنعتی محاسبه کرده و عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار این گروه‌ها را بررسی می‌کند. از آنجا که این پژوهش مربوط به سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۵۱ است، لذا بهره‌وری جزئی نیروی

1. Pierre Mohnen and et al. (2008).



کار صنایع ایران در سال‌های اولیه دوره مورد بررسی در حال کاهش است. این روند از سال ۱۳۶۸ افزایش یافته ولی در سال ۱۳۷۲ دوباره کاهش یافته است. سایر نتایج این تحقیق گویای این است که واکنش بهره‌وری در تمام گروه‌های نه‌گانه به سطح تولید مثبت بوده و زیان‌های ناشی از مقیاس تولید در گروه‌های صنعتی بیش از منافع حاصل از آن بوده است؛ در نتیجه اثر آن بر سطح بهره‌وری منفی است.

کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۸۰) در مقاله خود با عنوان «بررسی اثر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل تولید» به ارزیابی نقش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری از طریق تجارت خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در ۲۱ کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) و خاورمیانه پرداخته‌اند. با وجود تجارت بین‌الملل کالاها و خدمات، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مبادله اطلاعات و انتشار دانش در سطح بین‌المللی، بهره‌وری کل عوامل تولید هر کشور به انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری‌اش وابسته است؛ زیرا فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی موجب استفاده کارآتر از منابع داخلی و جذب فناوری پیشرفته خارجی می‌شود. منافع انباشت سرمایه توسعه و تحقیق شرکای تجاری نیز به واسطه واردات کالاها و خدمات از شرکای تجاری خارجی نشأت می‌گیرد؛ زیرا تجارت بین‌الملل، کشورها را قادر می‌سازد به تولیدات واسطه‌ای، ابزارآلات سرمایه‌ای، کپی‌سازی فناوری‌های خارجی و تبدیل آن‌ها برای استفاده در داخل دسترسی یابند. بنابراین، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری، همانند انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی بر بهره‌وری کشورها تأثیرگذار است! در این مقاله، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری، درجه بازبودن تجارت با کشورهای صنعتی و سرمایه‌انسانی از عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل تولید معرفی شده است. معادله بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از روش‌شناسی همگرایی یوهانسن و با به‌کارگیری مجموعه سری‌های زمانی در سال‌های ۱۳۴۷-۱۳۷۸ تخمین زده شده است! نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر مثبت

۱. کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۸۰)؛ ص ۳۶.

۲. کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۸۰)؛ ص ۴۲.

انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و تأثیرات متقابل انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی، با سهم واردات به تولید ناخالص داخلی و نسبت شاغلان تحصیلکرده به کل شاغلان بر بهره‌وری کل عوامل است. همچنین انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، نقش قابل توجهی در بهره‌وری کل عوامل کشورهای توسعه یافته دارد. با این حال، از آنجا که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای در حال توسعه اندک و یا هیچ است، بنابراین، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی در این کشورها بیش از انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی بر بهره‌وری کل عوامل مؤثر است. همچنین، هر قدر سرمایه انسانی کشور در حال توسعه بالاتر بوده و اقتصادش بازتر باشد، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی تأثیر بیش‌تری بر بهره‌وری کل عوامل دارد.<sup>۱</sup>

جهانگرد (۱۳۸۱)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل بهره‌وری تولید، ناشی از تغییر فناوری واسطه‌ای و عوامل اولیه فعالیت‌های اقتصاد ایران» با استفاده از تکنیک داده - ستانده، به بررسی تغییرات بهره‌وری تولید پرداخته و معیار ارزش افزوده به قیمت ثابت و معیار نهاده‌های واسطه به قیمت ثابت را بررسی کرده است. وی با استفاده از جدول‌های داده - ستانده سال‌های ۱۳۵۳ و ۱۳۶۷ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران که به قیمت ثابت سال ۱۳۵۳ محاسبه شده، تغییرات بهره‌وری ناشی از تغییرات فناوری عوامل اولیه و واسطه‌ای را بررسی کرده است. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده این است که طی دوره ۱۳۶۷-۱۳۵۳، علی‌رغم افزایش ۵۵ درصدی نهاده‌های اولیه، تولید ۲۳ درصد کاهش و از شاخص بهره‌وری ناشی از تغییر عوامل اولیه نیز کاسته شده است، اما شاخص بهره‌وری ناشی از تغییر فناوری واسطه‌ای در حدود ۸ درصد افزایش یافته و این دو به کاهش شاخص بهره‌وری کل اقتصاد منجر شده‌اند.<sup>۲</sup>

امینی (۱۳۸۴) در مقاله «اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران»، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را به تفکیک بخش‌های معرفی شده در قانون برنامه پنج‌ساله چهارم توسعه در دوره ۱۳۸۲-۱۳۷۰ اندازه گرفته و روند آن در این دوره را تحلیل کرده است. براساس نتایج به دست آمده از این تحقیق،

۱. کمیجانی و شاه‌آبادی (۱۳۸۰)، ص ۵۴.

۲. جهانگرد (۱۳۸۱)؛ ص ۳۹.

شاخص بهره‌وری نیروی کار در دوره مذکور و در کل کشور به‌طور متوسط سالانه ۰/۹ درصد افزایش یافته که بالاترین رشد مربوط به بخش ارتباطات و بیش‌ترین کاهش مربوط به بخش بازرگانی، رستوران و هتلداری بوده است. شاخص بهره‌وری سرمایه نیز در این دوره در سطح کل اقتصاد به‌طور متوسط سالانه حدود ۰/۵ درصد کاهش یافته و بالاترین رشد مربوط به بخش ارتباطات و بیش‌ترین کاهش در بخش بازرگانی، رستوران و هتلداری اتفاق افتاده است. به‌رغم بهبود شاخص‌های مربوط به سرمایه انسانی و فناوری، شاخص بهره‌وری کل عوامل در این دوره به‌طور متوسط سالانه ۰/۰۴ درصد افزایش یافته است که نشانگر عملکرد نامطلوب اقتصاد در زمینه استفاده بهینه از منابع است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد بهترین بخش از نظر استفاده بهینه از منابع، بخش ارتباطات و ضعیف‌ترین نتایج به بخش بازرگانی، رستوران و هتلداری تعلق دارد. همچنین سهم رشد بهره‌وری کل عوامل در تأمین رشد تولید بخش‌های صنعت، ساختمان، ارتباطات، آب و برق، خدمات مؤسسه‌های مالی، پولی، بیمه، مستغلات، حرفه‌ای، تخصصی، حمل‌ونقل و انبارداری در محدوده ۱۰/۴ درصد تا ۸۴/۷ درصد است که کم‌ترین به بخش صنعت و بیش‌ترین مقدار به بخش ارتباطات تعلق دارد. در سایر بخش‌ها، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید منفی بوده و حاکی از عملکرد ضعیف این بخش‌ها در استفاده بهینه از منابع است.<sup>۱</sup>

### ۳. تصریح مدل

در قسمت مبانی نظری به مدلی اشاره شد که در آن تحقیق و توسعه و انواع سرمایه با فناوری‌های بالا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید اثرگذار بودند. همچنین در بخش ادبیات موضوع، شواهدی بیان شد که در آن‌ها رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به فعالیت‌های تحقیق و توسعه مربوط است. علاوه بر تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی نیز از عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. در این تحقیق به‌منظور بررسی اثر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی و فیزیکی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، از مدل داده‌های تابلویی استفاده می‌شود. براساس مطالعه ولف (۲۰۰۲، ۲۰۰۷)، به‌ویژه مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۷ انجام داد، طبق چارچوب نظری ارائه‌شده می‌توان مدل اقتصادسنجی

شماره (۱۸) را برای برآورد عوامل مؤثر در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ارائه داد.<sup>۱</sup> که در آن  $TFPGRTH_{jt}$  موید شاخص‌های  $DIACOEFF_{jt}^{1,2}$  و  $DIOCCUP_{jt}^{1,2}$  است که به ترتیب نشان‌دهنده تغییرات ضرایب فنی و تغییرات ساختار اشتغال در دو دوره‌اند و به‌عنوان جایگزینی برای  $TFPGRTH_{jt}$  در تخمین‌ها استفاده شده است. متغیر  $DIACOEFF_{jt}^{1,2}$  در تخمین‌ها با  $TFP1$  و متغیر  $DIOCCUP_{jt}^{1,2}$  نیز با  $TFP2$  نمایش داده می‌شود.  $RD_{jt}$  هزینه فعالیت‌های تحقیق و توسعه بخش ز نسبت به تولید ناخالص داخلی کشور، در سال  $t$  نسبت به دوره قبل است. این متغیر در تخمین‌ها با علامت اختصاری  $RD$  نمایش داده می‌شود.  $HU_{jt}$  نشانگر نسبت شاغلان تحصیلکرده در بخش  $z$  به کل شاغلان آن بخش در سال  $t$  است. این متغیر در تخمین‌ها با علامت اختصاری  $HU$  نمایش داده می‌شود.  $KL_{jt}$  رشد موجودی سرمایه سرانه در بخش  $z$  و سال  $t$  نسبت به دوره قبل است. این متغیر در تخمین‌ها با علامت اختصاری  $KL$  نشان داده می‌شود.  $\gamma_j$  جمله خطا است و  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  نیز به ترتیب ضرایب متغیرهای مستقل هستند.

#### ۴. مبانی آمار و اطلاعات

آمار و اطلاعات استفاده‌شده در این مقاله، از جدول‌های داده - ستانده سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸ و ۱۳۸۴ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان برنامه و بودجه وقت به قیمت جاری، استخراج شده است. جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۶۳ سازمان برنامه و بودجه وقت، جدولی است ۹۲ بخشی که به قیمت تولیدکننده ارزش‌گذاری شده و از نوع جدول‌های سنتی است. این جدول براساس جدول سال ۱۳۵۳ بانک مرکزی با استفاده از روش  $RAS$  به روز شده است.<sup>۲</sup> جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۶۷ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیز در ۹۴ بخش تدوین شده و براساس قیمت تولیدکننده ارزش‌گذاری شده است. همچنین این جدول جزء جدول‌های نوین به حساب می‌آید که مفاهیم مندرج در آن به صورت «فعالیت در فعالیت» و با تکنولوژی فعالیت تهیه شده است. جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۷۲ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، جدولی

1. Wolff (2007); p.12.

۲. سازمان برنامه و بودجه، گزارش جدول داده - ستانده اقتصاد ایران (۱۳۶۳).

است از نوع جدول‌های نوین و مفاهیم مندرج در آن به صورت «فعالیت در فعالیت» با تکنولوژی فعالیت تدوین شده است. این جدول ۲۹ بخش دارد و با استفاده از روش RAS روزآمد شده است. جدول داده - ستانده ۱۳۶۷ جدول پایه برای این به‌روزرسانی بوده و براساس قیمت تولیدکننده ارزش‌گذاری شده است.<sup>۱</sup>

جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۵۴ بخش دارد و مطابق با سیستم حساب‌های ملی<sup>۲</sup> ۱۹۹۳ تدوین شده و مفاهیم مندرج در آن به صورت «فعالیت در فعالیت» و با تکنولوژی فعالیت تهیه و برحسب قیمت‌های پایه ارزش‌گذاری و ارائه شده است.<sup>۳</sup>

جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۸۴ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران جدولی ۳۸ بخشی است که مطابق با سیستم حساب‌های ملی<sup>۴</sup> ۱۹۹۳ تدوین و مفاهیم مندرج آن با استفاده از روش RAS به‌روز شده است. جدول داده - ستانده ۱۳۷۸، جدول پایه برای این به‌روزرسانی است. در این تحقیق، به دلیل وسعت دامنه تعداد بخش‌ها و ناهماهنگی بخش‌های هریک از جدول‌های داده - ستانده و همچنین فقدان آمار و اطلاعات موجودی سرمایه بخشی، شاغلان بخشی و هزینه‌های تحقیق و توسعه در برخی از بخش‌ها، جدول‌ها را هم‌فرونی<sup>۵</sup> و از نظر مقایسه بخش‌ها طبق کدهای ISIC سازگار کرده‌اند. این بخش‌ها عبارتند از: کشاورزی، معدن، صنعت، آب و برق و گاز، ساختمان، حمل‌ونقل و ارتباطات و سایر خدمات.<sup>۶</sup>

تقریباً تمام جدول‌های داده - ستانده برحسب ارزش‌های پولی تهیه می‌شود، ولی از آنجا که ضرایب الگوی داده - ستانده در این جدول‌ها به لحاظ نظری، بیانگر مقادیر فیزیکی کالاهای مورد نیاز برای تولید حجم معینی از یک کالای مشخص است، لذا جدول‌ها باید

۱. گزارش جدول داده - ستانده اقتصاد ایران (۱۳۷۲).

2. SNA (1993).

۳. گزارش جدول داده - ستانده اقتصاد ایران (۱۳۷۸).

4. SNA (1993).

5. Aggregation.

۶. هم‌فرونی جدول‌های داده - ستانده در بخش بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) به این صورت بود که در ابتدا، قصد داشتیم بخش‌های اقتصادی کشور را براساس جدول‌های داده - ستانده در نه بخش هم‌فرونی کنیم. دلایل این هم‌فرونی، وسیع بودن دامنه تعداد بخش‌ها و ناهماهنگی آن‌ها در هر کدام از جدول‌های داده - ستانده، و همچنین فقدان آمار و اطلاعات بخش‌های موجودی سرمایه، آمار شاغلان برحسب سواد و عدم امکان محاسبه هزینه تحقیق و توسعه به تفکیک بخش‌های اقتصادی در بیش‌تر از ۷ بخش بوده است که به هم‌فرونی در ۷ بخش منجر شد.

برحسب مقدارهای کمی تهیه شوند، ولی به دلیل ناهمگنی کالاها و عدم قابلیت سنجش بر مبنای کمیت بخش‌های خدماتی، تهیه جدول‌ها برحسب مقیاس‌های کمی سنجش ناپذیر است. از طرفی، هرگونه تغییر در قیمت‌ها از یک سال به سال دیگر، ارزش ثبت‌شده مبادلات را تغییر می‌دهد. لذا، حذف اثرات تغییر قیمت و تهیه جدول‌ها برحسب قیمت‌های ثابت، ضروری به نظر می‌رسد<sup>۱</sup>.

در بیش‌تر موارد تدوین جدول‌های داده - ستانده به قیمت‌های ثابت، به دلیل سادگی و قابل دسترس بودن آمار، مبتنی بر روش تعدیل مضاعف است. در این تحقیق نیز برای تعدیل جدول‌های داده - ستانده به قیمت‌های ثابت، از روش تعدیل مضاعف استفاده شده است<sup>۲</sup>. برای این امر، با استفاده از روش‌شناسی تعدیل مضاعف، ضرایب فنی جدول‌های داده - ستانده اقتصاد ایران را به قیمت ثابت تعدیل کرده و سپس با استفاده از جدول‌های به‌دست‌آمده و برای بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، شاخص‌های تغییر ضرایب فنی و تغییر ساختار اشتغال بررسی شده است. در میان سال‌های مذکور، سال ۱۳۷۶ به‌عنوان سال پایه انتخاب شده است.

با استفاده از فرمول زیر می‌توان جدول‌های داده - ستانده به قیمت‌های جاری را براساس روش تعدیل مضاعف، به قیمت ثابت تعدیل کرد.

$$A_0 = \hat{P}[X_{ij}] * \left[ \left( \hat{P} \right) \left( \hat{X} \right) \right]^{-1} \quad (21)$$

که در آن،  $A_0$  ماتریس ضرایب فنی به قیمت ثابت و  $\hat{P}$  ماتریس قطری قیمت‌ها است (هر دو در ادامه روش محاسبه توضیح داده خواهد شد)،  $\hat{X}$  ماتریس قطری ارزش تولید است که از نسبت عرضه کل بر شاخص ضمنی قیمت‌ها به‌دست می‌آید و  $X_{ij}$  ماتریس نهاده‌های واسطه است<sup>۳</sup>.

برای محاسبه ماتریس قطری قیمت‌ها (که در تبدیل جدول‌های داده - ستانده به قیمت ثابت استفاده می‌شود)، همان‌طور که می‌دانید، در هر ستون جدول داده - ستانده، ارزش

۱. جهانگرد (۱۳۸۴)؛ ص ۸۹.

۲. تعدیل جدول‌های داده - ستانده به سه روش تعدیل مضاعف (DD)، روش RAS و روش نوین انجام می‌شود. برای مطالعه بیش‌تر به مطالعه جهانگرد (۱۳۸۴) مراجعه کنید.

۳. فیروز توفیق (۱۳۷۱)؛ ص ۱۲۳.

تولید هر بخش  $j$ ، به ازای  $j=1, \dots, n$  عبارت است از جمع نهاده‌های واسطه و ارزش افزوده:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + V_j = X_j \quad (22)$$

رابطه (۲۲) به قیمت‌های جاری خواهد بود،  $X_{ij}$  ماتریس نهاده‌های واسطه،  $V_j$  ارزش افزوده بخش  $j$  و  $X_j$  ارزش تولید بخش  $j$  است.

$$\sum_{i=1}^n P_i X_{ij} + d_j V_j = P_j X_j \quad (23)$$

که در آن،  $P_i$  قیمت کالا و خدمت  $i$  و  $d_j$  شاخص ضمنی قیمت بخش  $j$  است که نحوه محاسبه آن در قسمت بعد شرح داده می‌شود.

طرفین رابطه (۲۳) را بر  $X_j$  تقسیم می‌کنیم:

$$\sum_{i=1}^n P_i \frac{X_{ij}}{X_j} + d_j \frac{V_j}{X_j} = P_j \quad (24)$$

بنابراین:

$$P_j - \sum_{i=1}^n P_i a_{ij} = d_j b_j \quad (25)$$

که در آن،  $a_{ij}$  و  $b_j$  به ترتیب ضرایب مصارف واسطه و ضرایب ارزش افزوده بخش  $j$  است و چون در جدول مربع  $i, j=1, \dots, n$  است، بنابراین، بیان ماتریسی رابطه (۲۵) عبارت است از:

$$P' - P'A = d' \hat{b} \quad (26)$$

$$P'(I - A) = d' \hat{b}$$

$$P' = d' \hat{b}(I - A)^{-1}$$

که در آن،  $P'$  بردار قیمت‌ها،  $d'$  بردار شاخص قیمت‌ها،  $\hat{b}$  ماتریس قطری ضرایب ارزش افزوده و  $A$  ماتریس ضرایب فنی است. با قطری کردن بردار قیمت‌ها، ماتریس قطری قیمت‌ها (که در محاسبه جداول داده - ستانده به قیمت ثابت، به آن‌ها نیاز داشتیم)، به دست می‌آید!

برای محاسبه شاخص قیمت، همه‌ساله در حساب‌های ملی کشور که توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران تدوین می‌شود، ارزش افزوده به تفکیک بخش‌ها هم به قیمت‌های جاری و هم به قیمت‌های ثابت انتشار می‌یابد. در نتیجه، محاسبه شاخص ضمنی آسان است. این شاخص از مقایسه ارزش افزوده به قیمت‌های جاری و قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، به تفکیک بخش‌ها و در سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۸۴ به‌دست می‌آید:

$$d_j = \text{ارزش افزوده به قیمت ثابت ۱۳۷۶} / \text{ارزش افزوده به قیمت جاری}$$

سایر متغیرهای ارزش تولید و ماتریس نهاده‌های واسطه نیز از جداول داده - ستانده قابل استخراج است.

برای محاسبه ماتریس ضرایب اشتغال به قیمت ثابت ابتدا باید بردار ضرایب اشتغال را از طریق نسبت شاغلان هر بخش به عرضه کل آن بخش، محاسبه کرد، سپس می‌توان طبق رابطه (۲۷)، ماتریس ضرایب اشتغال را به‌دست آورد.

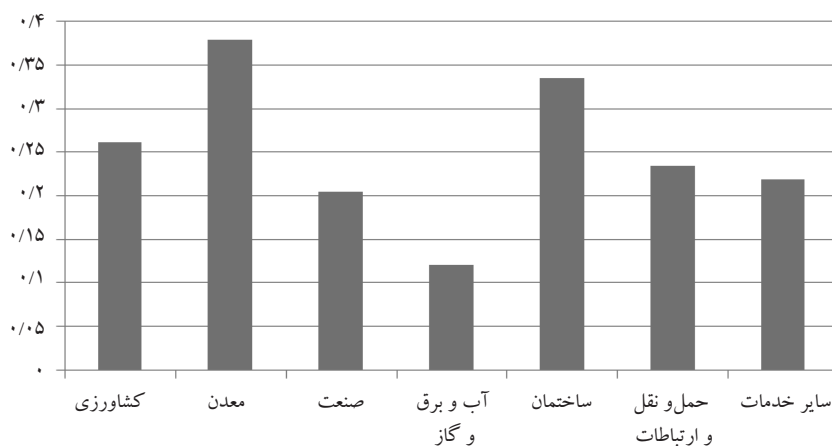
$$M_0 = \hat{L}(I - A_0)^{-1} \quad (27)$$

که در آن،  $M_0$  ماتریس ضرایب اشتغال به قیمت ثابت،  $\hat{L}$  بردار ضرایب اشتغال و  $A_0$  ماتریس ضرایب فنی به قیمت ثابت است.  $m_{ij}$  که از اعضای ماتریس ضرایب اشتغال است، نشانگر میزان اشتغال در حرفه یا مهارت  $i$  ام در بخش  $j$  ام، تقسیم بر کل اشتغال در بخش  $j$  ام است<sup>۱</sup>. در این قسمت، آمار اشتغال از دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق تهیه شده است.

#### ۴-۱. محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید TFP

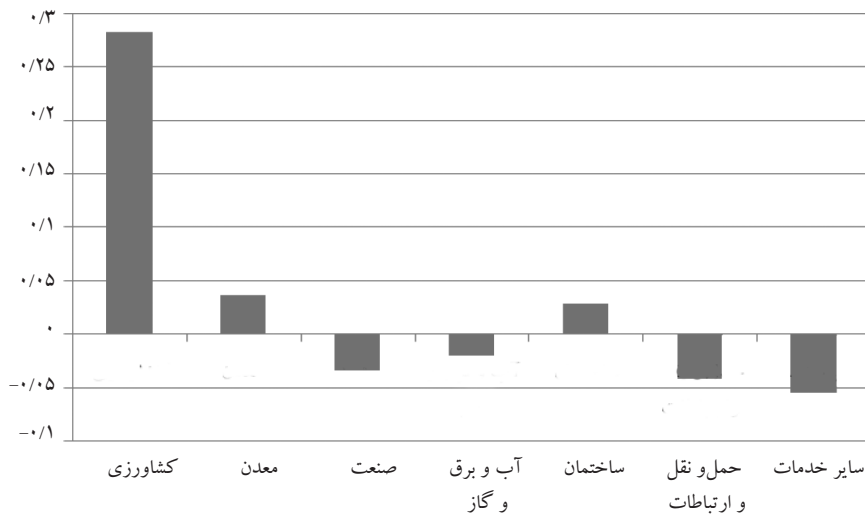
مطابق معادلات (۱۹) و (۲۰) و جدول‌های داده - ستانده یادشده به قیمت ثابت ۱۳۷۶، رشد شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل تولید TFP در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران محاسبه شده و نتایج آن در نمودار (۱) و (۲) آمده است.





منبع: جداول داده - ستانده به قیمت ثابت و محاسبات محقق بر مبنای فرمول شماره ۱۹.

### نمودار ۱ - رشد TFP بخشی با لحاظ تغییرات ساختاری اشتغال در سال‌های ۱۳۶۳-۸۴



منبع: جداول داده - ستانده به قیمت ثابت و معادله شماره ۱۹.

### نمودار ۲ - رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) بخشی با لحاظ تغییرات ساختاری ضرایب فنی طی دوره ۱۳۶۳-۸۴

این مقاله، با محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) با لحاظ تغییرات ساختار اشتغال در بازه زمانی ۱۳۸۴-۱۳۶۳، حاکی از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در تمام بخش‌های اقتصادی مورد مطالعه است. بخش‌های «معدن» و «ساختمان» با رشدی معادل ۰/۳۷ و ۰/۳۳ به ترتیب بالاترین رشد را داشته‌اند و بخش‌های «آب و برق و گاز» و «صنعت» دارای پایین‌ترین رشد به ترتیب معادل ۰/۱۱ و ۰/۲۰ در بازه مورد نظر بوده‌اند. محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید با لحاظ تغییرات ضرایب فنی در بازه سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۳ نشان می‌دهد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در برخی بخش‌ها (کشاورزی، معدن و ساختمان) مثبت بوده و در سایر بخش‌ها (صنعت، آب و برق و گاز، حمل‌ونقل و ارتباطات و سایر خدمات) رشد منفی داشته است.

یکی از محدودیت‌های این تحقیق در مورد داده‌های تحقیق و توسعه، سرمایه فیزیکی و انسانی، نبود آمار و اطلاعات تحقیق و توسعه، به‌ویژه در بخش خصوصی است؛ اما با توجه به این که حدود ۹۰ درصد بودجه تحقیق و توسعه، توسط دولت تأمین می‌شود، بنابراین، قوانین بودجه کل کشور و همچنین آمار کارگاه‌های صنعتی‌ای که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود، مهم‌ترین سند و منبع استخراج اطلاعات این اعتبارات است. در این تحقیق، از قوانین بودجه کل کشور مربوط به عملکرد سال‌های مورد مطالعه این تحقیق برای به‌دست آوردن اعتبارات پرداختی پژوهش استفاده شده است. محدودیت دیگر این بخش از تحقیق، ناهماهنگی میان کد حساب‌های ملی و کد اعتبارات تحقیق و توسعه در قانون بودجه کل کشور است. از این‌رو، ابتدا، تمام ردیف‌های بودجه‌ای را که برنامه تحقیقاتی داشتند، جمع‌آوری کرده و میزان اعتبارات پرداخت‌شده تحقیق و توسعه در سال‌های مورد مطالعه، هریک از ردیف‌ها و سال‌های مورد نظر، ثبت شدند. سپس ردیف‌ها و اعتبار هریک، براساس کد حساب‌های ملی طبقه‌بندی شده و میزان اعتبار هریک از اقلام حساب‌های ملی در سال‌های مورد نظر به‌دست آمد. به‌دلیل آن که همه بخش‌های اقتصادی‌ای که در بخش خصوصی فعالیت می‌کنند، در بخش تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری نمی‌کنند و یا اطلاعات تمامی بخش‌های مذکور در دسترس نیست، لذا برای تهیه اطلاعات مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه بخش خصوصی، تنها می‌توان از نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارگر و بیش‌تر استفاده کرد که این مهم نیز در این مطالعه انجام شده است.

در نهایت، برای بررسی صحت اطلاعات به‌دست آمده، به اطلاعات درج شده در زمینه هزینه تحقیق و توسعه بخش‌های اقتصادی در گزارش‌های اقتصادی‌ای که توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق منتشر شده است، مراجعه شد و با مقایسه ارقام محاسبه‌شده در زمینه هزینه تحقیق و توسعه این مطالعه و ارقام موجود در گزارش‌های اقتصادی، صحت سرجمع محاسبات انجام شده در این مطالعه تأیید شد؛ با این حال، در برخی موارد اختلاف بسیار ناچیزی بین ارقام محاسبه‌شده و ارقام موجود در گزارش‌های اقتصادی وجود دارد. همچنین، در این مقاله برای محاسبه تحقیق و توسعه هریک از بخش‌های اقتصادی، از نسبت هزینه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده بخش (R&D/GDP) استفاده شده است.

این تحقیق برای محاسبه سرمایه انسانی، از نسبت شاغلان تحصیل کرده (تحصیلات عالی) به کل شاغلان در هریک از بخش‌های اقتصادی استفاده کرده است. اطلاعات مربوط به شاغلان به تفکیک بخش‌های اقتصادی و شاغلان بخشی برحسب سطح سواد از دفتر اقتصاد کلان (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق) اخذ شده است. برای محاسبه سرمایه سرانه فیزیکی (K/L) که «تعمیق سرمایه»<sup>۱</sup> نیز نامیده می‌شود، از نسبت موجودی سرمایه به کل شاغلان در هریک از بخش‌های اقتصادی، استفاده شده است. آمار مربوط به شاغلان بخشی و موجودی سرمایه به تفکیک بخش‌های اقتصادی، از داده‌های موجودی سرمایه بخش‌های اقتصادی به قیمت ثابت دفتر اقتصاد کلان (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق) به‌دست آمده است.

## ۵. برآورد و تفسیر مدل

برای برآورد مدل از روش داده‌های تابلویی در دوره ۱۳۶۳-۱۳۸۴ و در قالب هفت بخش استفاده شد. برای تشخیص نوع مدل (مدل داده‌های تلفیق شده<sup>۲</sup>، مدل اثر ثابت<sup>۳</sup> و مدل اثر تصادفی<sup>۴</sup>) از دو آزمون F و هاسمن<sup>۵</sup> استفاده شده است. براساس آزمون F، مدل دوم از نوع مدل داده‌های تلفیق شده<sup>۶</sup> مناسب‌تر است و انجام آزمون هاسمن نشان داد که مدل اول

1. Capital Deepening.
2. Pooled Data.
3. Fixed Effects Model.
4. Random Effects Model.
5. Huasman.
6. pooling.

از نوع مدل اثرات تصادفی مناسب تر است. نتایج مربوط به برآورد مدل‌ها در جدول (۱) نمایش داده شده است.

**جدول ۱- نتایج تخمین مدل عوامل مؤثر بر  
بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)**

| TFP <sub>۲</sub> | TFP <sub>۱</sub> | متغیر وابسته<br>/<br>متغیرهای مستقل |
|------------------|------------------|-------------------------------------|
| -۰/۰۰۱           | ۰/۵۵۸*           | RD                                  |
| (-۰/۰۴)          | (۳/۶)            |                                     |
| ۰/۳۴۰            | ۰/۳۵۱**          | HU                                  |
| (۱/۴۷)           | (۲/۱۰)           |                                     |
| ۰/۵۷۰            | ۲/۳۵۹*           | KL                                  |
| (۰/۹۹)           | (۳/۳۵)           |                                     |
| ۰/۰۵۱            | ۰/۴۶۸            | R <sup>2</sup>                      |
| ۲/۲۹             | ۲/۱۷             | F-Test                              |
| ----             | ۳/۸۱             | Husman- Test                        |

منبع: محاسبات محقق.

تذکر: اعداد داخل پرانتز آماره آزمون t است. متغیرهای مشخص شده با علامت \* در سطح ۱ درصد، با علامت \*\* در سطح ۵ درصد و با علامت \*\*\* در سطح ۱۰ درصد معنی دارند. متغیرهای بدون علامت بی معنی اند. آماره آزمون هاسمن که دارای توزیع کا-دو با درجه آزادی k-1 است، در مدل اول در سطح ۵ درصد معنی دار است.

در این تحقیق، مدل مقتضی یک‌بار در ازای TFP<sub>1</sub> (تغییرات ضرایب فنی) و یک‌بار با TFP<sub>2</sub> (تغییرات ساختار اشتغال)، تخمین زده شده است.<sup>۱</sup> ستون اول از جدول (۱) نتایج

۱. در تخمین مدل دوم، پارامتر برآورد شده برای تحقیق و توسعه (R&D) منفی و بی معنی است. به بیان دیگر، هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه شده از طریق تغییرات ساختار اشتغال، اثر معنی داری ندارد. از طرف دیگر، پارامترهای برآورد شده برای KL و HU، هر دو مثبت و بی معنی است. با وجود مثبت بودن ضرایب برآورد شده، این ضرایب معنی دار نبوده و نمی‌توان درباره تأثیر مثبت‌شان بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید استدلال کرد. از این رو، به دلیل بی معنی بودن کلیه ضرایب متغیرهای مستقل در تخمین ۲ و همین‌طور پایین بودن مقدار R<sup>2</sup> در این تخمین، از تفسیر نتایج آن خودداری شده و تمرکز بر تحلیل نتایج تخمین ۱ قرار گرفته است.

تخمین معادله (۱) را برای TFP1 نشان می‌دهد. براساس نتایج به‌دست آمده از آزمون هاسمن، این معادله به‌صورت اثرات تصادفی برآورد می‌شود و پارامتر برآوردشده برای تحقیق و توسعه در این مدل دارای اثر مثبت و معنی‌داری معادل ۰/۵۵۸ است. این نتیجه، عملکرد مؤثر هزینه‌های تحقیق و توسعه در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی کشور را نشان می‌دهد که با اکثر دیدگاه‌های متعارف در باب اثرات تحقیق و توسعه و رشد نوین اقتصادی همسو است. علت این امر را می‌توان این‌گونه توضیح داد که فعالیت‌های تحقیق و توسعه به‌دلیل استفاده مؤثر از منابع موجود، موجب افزایش سطح بهره‌وری کل عوامل تولید می‌شوند. بخش‌های حمل‌ونقل، ارتباطات، سایر خدمات و صنعت به‌ترتیب دارای بیش‌ترین رشد فعالیت‌های تحقیق و توسعه در دوره ۱۳۸۴-۱۳۶۳ نسبت به سایر بخش‌های مورد مطالعه در این تحقیق بوده‌اند. بخش‌های معدن و آب و برق و گاز نیز کم‌ترین رشد فعالیت‌های تحقیق و توسعه در دوره مورد نظر را داشته‌اند. یکی از دلایل پایین بودن ضریب برآوردشده برای تحقیق و توسعه نسبت به دیگر متغیرها، پایین بودن سهم تحقیق و توسعه در ارزش افزوده فعالیت‌ها و عدم اختصاص بودجه تحقیقاتی مناسب برای این امر است. پارامتر برآوردشده برای KL نیز مثبت و معنی‌دار است و نشان می‌دهد بین سرمایه سرانه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی که از طریق محاسبه تغییرات ضرایب فنی به‌دست آمده است، رابطه مثبتی وجود دارد. بدین معنی که در صورت تعمیق سرمایه (افزایش سرمایه سرانه) در هر بخش اقتصادی، ساختار ضرایب فنی آن بخش بهبود یافته و مطابق با نظریه‌های رشد اقتصادی باعث رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش مزبور می‌شود. همچنین، براساس الگوی‌های رشد اقتصادی، میزان انباشت سرمایه بیش‌تر برای هر کارگر، باعث رشد بهره‌وری خواهد شد که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نیز سازگار است. این مطلب نشان می‌دهد در اقتصاد ایران، برای بهره‌وری بالاتر نیاز به افزایش سرمایه سرانه نیروی کار است. بخش‌های حمل‌ونقل و سایر خدمات در سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۶۳ بیش‌ترین رشد سرمایه سرانه فیزیکی را داشته‌اند و سرمایه سرانه فیزیکی بخش‌های معدن و

۱. باید به این نکته توجه کرد که کشورهایی که در تکنولوژی پیشرو نیستند، مانند ایران، فعالیت‌های تحقیق و توسعه ظرفیت ایجاد نمی‌کند، بلکه موجب به‌کارگیری بهتر ماشین‌آلات خارجی و تکنولوژی‌های خارجی می‌شود. در کشورهای توسعه‌یافته عمدتاً فعالیت‌های تحقیق و توسعه از سطح بنگاه به تولید تکنولوژی می‌پردازد، ولی در ایران به‌دلیل ساختار اقتصادی، بودجه‌های تحقیق و توسعه توسط دولت تأمین می‌شود.

ساختمان در این دوره، رشدی منفی داشته است. سرمایه انسانی از یک سو به عنوان یکی از زیرساخت‌های لازم برای کسب منافع حاصل از صرف هزینه‌های تحقیق و توسعه محسوب می‌شود و از سوی دیگر در ادبیات رشد یکی از عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. متغیر «تعداد شاغلان تحصیلکرده به کل شاغلان هر بخش اقتصادی» به عنوان شاخص سرمایه انسانی در این تحقیق، در نظر گرفته شده است و در تخمین‌ها با HU نشان داده می‌شود. در مدل (۱) پارامتر برآورد شده برای HU، مثبت و معنی‌دار است که نشان از عملکرد مؤثر سرمایه انسانی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. به عبارت دیگر، تغییر ساختار اشتغال به سمت نیروی کار ماهر و تحصیلکرده در هر یک از بخش‌های اقتصادی، موجب افزایش و بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید فعالیت‌ها می‌شود؛ زیرا نیروی انسانی متخصص و تحصیلکرده به علت برخورداری از دانش علمی، فنی و تخصصی می‌تواند از ماشین‌آلات، تجهیزات و ظرفیت‌های موجود بهتر استفاده کرده و به دنبال آن، بهره‌وری و تولید افزایش یابد؛ نتایج این تحقیق نیز بیانگر این موضوع است. در کلیه بخش‌های اقتصادی بررسی شده در این تحقیق شاهد رشد سرمایه انسانی در بازه زمانی ۱۳۶۳-۱۳۸۴ بوده‌ایم. بخش‌های کشاورزی و صنعت به ترتیب بیش‌ترین رشد و بخش‌های آب و برق و گاز و سایر خدمات به ترتیب کم‌ترین رشد سرمایه انسانی را در سال‌های مزبور داشته‌اند. نتایج کلی این تحقیق با برخی از نتایج تحقیقاتی که در مطالعات تجربی ایران و جهان به آن‌ها اشاره شد، همسو است. مطالعات خارجی‌ای که به بررسی اثر و نقش تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته‌اند، همگی نقش مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری را تأیید کرده‌اند که نتایج این تحقیق نیز با آن‌ها همسو است.

بیش‌تر مطالعات انجام شده در کشورهای توسعه‌یافته و در باب تأثیر و نقش تحقیق و توسعه به عنوان مهم‌ترین متغیر در توضیح رشد بهره‌وری صنایع و بخش‌های اقتصادی این کشورها بوده و نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری در بخش‌ها و صنایع نوین به رشد بهره‌وری در کل اقتصاد کمک می‌کند. مطالعه ولف<sup>۱</sup> در اقتصاد آمریکا نیز به رابطه مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه، سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید اشاره دارد و می‌توان گفت نتایج مطالعه حاضر نیز با مطالعه ولف همسو است. در مطالعات

1. Wolff (2007).

داخلی نیز نقش مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری به تأیید رسیده است اما نقش این متغیرها نسبت به کشورهای توسعه‌یافته، به دلیل ساختار اقتصادی متفاوت‌شان، پایین‌تر است. افزایش تخصیص منابع مالی به تحقیق و توسعه و همچنین تعمیق سرمایه سرانه فیزیکی و بهبود سرمایه انسانی در هر یک از بخش‌های اقتصادی، می‌تواند به رشد و بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران منجر شود.

در مجموع نتایج تخمین معادله بهره‌وری کل عوامل تولید بیانگر این واقعیت است که رشد فعالیت‌های تحقیق و توسعه، بهبود سرمایه انسانی و افزایش سرمایه سرانه برای هر واحد نیروی کار در فعالیت‌ها از عمده‌ترین موارد افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران به‌شمار می‌رود. با توجه به برآورد ضرایب به‌دست‌آمده از مدل اول با استفاده از روش اثرات تصادفی، می‌توان نتیجه گرفت که به‌غیر از عوامل موجود در مدل، عوامل و پارامترهای ناشناخته‌ای وجود دارند که به‌صورت تصادفی در مقاطع مختلف و با توجه به شرایط اقتصادی هر مقطع، بر متغیر وابسته یعنی بهره‌وری کل عوامل تولید اثر می‌گذارند. به‌عبارت دیگر، علاوه بر پارامترهای بررسی‌شده در این تحقیق، پارامترهای ناشناخته دیگری نیز با ویژگی تصادفی، بر بهره‌وری کل عوامل تولید هر یک از بخش‌های اقتصادی تأثیر می‌گذارند. همان‌طور که اشاره شد، این عوامل و پارامترها، غیر از متغیرهای توضیحی هستند و بسته به شرایط اقتصادی کشور در هر یک از مقاطع متفاوت و تصادفی‌اند. از طرف دیگر، نتایج مدل مذکور حاکی از اهمیت نقش سرمایه فیزیکی در اقتصاد ایران بوده و در واقع بیانگر آن است که در اقتصاد ایران، افزایش سرمایه سرانه نیروی کار فعالیت‌ها، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی دارد. شاید تطبیق فناوری در اقتصاد یکی از دلایل تأثیر ورود و یا انتقال تکنولوژی و ماشین‌آلات جدید از کشورهای توسعه‌یافته باشد، همچنین از جمله دلایل مهم رشد و بهبود بهره‌وری در بحث‌های تئوری‌های رشد اقتصادی نیز به‌شمار می‌آید.

## جمع‌بندی و ملاحظات

این مقاله دو هدف را دنبال می‌کند؛ اول، محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) با استفاده از الگوی IO و به‌کارگیری مدل تعادل عمومی و پیوندهای بین‌بخشی در

بخش‌های مختلف اقتصادی و دوم، بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران. با استفاده از جدول‌های داده - ستانده سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۶۷، ۱۳۷۲، ۱۳۷۸، ۱۳۸۴ بانک مرکزی ایران و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق و تعدیل آن‌ها به قیمت ثابت، بر مبنای مطالعه ولف (۲۰۰۷) ضرایبی را بررسی کردیم که جایگزین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید هستند. در ادامه با استفاده از مدل اقتصادسنجی داده‌های تابلویی، اثر متغیرهای تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی و سرمایه سرانه فیزیکی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی کشور بررسی شد. بر طبق نتایج به دست آمده از این تحقیق، در مدل اول که با روش اثرات تصادفی RE تخمین زده شده، تحقیق و توسعه اثر مثبت و معناداری معادل ۰/۵۵ بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی کشور دارد. فعالیت‌های تحقیق و توسعه به دلیل استفاده مؤثر از منابع موجود، موجب افزایش سطح بهره‌وری کل عوامل تولید می‌شوند. ضریب برآوردشده برای سرمایه انسانی «تعداد شاغلان تحصیلکرده به کل شاغلان هر بخش اقتصادی» نیز مثبت و معنادار و معادل ۰/۳۵ است و نشانگر عملکرد مؤثر سرمایه انسانی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق بهبود ضرایب فنی است. علت را می‌توان این گونه توضیح داد که نیروی انسانی متخصص و تحصیلکرده به علت برخورداری از دانش علمی، فنی و تخصصی می‌تواند از ماشین‌آلات، تجهیزات و ظرفیت‌های موجود استفاده بهتری کند و به دنبال آن، بهره‌وری و تولید را افزایش دهد. در نهایت، پارامتر برآوردشده برای سرمایه سرانه فیزیکی (نسبت موجودی سرمایه به تعداد شاغلان در هر بخش اقتصادی) نیز مثبت و معنی‌دار و معادل ۲/۳۵ بوده و نشانگر رابطه مثبت بین سرمایه سرانه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولیدی است که از طریق محاسبه تغییرات ضرایب فنی به دست آمده است.

نتایج کلی این تحقیق همسو با برخی نتایج تحقیقاتی دیگری است که در مطالعات تجربی ایران و جهان به آن‌ها اشاره شد. در مطالعات داخلی نیز نقش مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری به تأیید رسیده است، اما اثرگذاری این متغیرها به دلیل ساختار اقتصادی متفاوت، نسبت به کشورهای توسعه‌یافته پایین‌تر است. با این اوصاف، پیشنهاد می‌شود دولت در تخصیص منابع بودجه‌ای خود در کوتاه‌مدت به افزایش تخصیص منابع مالی به تحقیق و توسعه پردازد. همچنین، افزایش سرمایه‌گذاری



عمرانی و فیزیکی و توجه بیش‌تر به کیفیت نیروی انسانی در هریک از بخش‌های اقتصادی و با ساختار دولتی موجود، یکی دیگر از پیشنهادهایی است که در شرایط فعلی به دولت توصیه می‌شود. اما از آن جا که در ادبیات نظری اقتصاد، کارآمدی فعالیت‌های اقتصادی متناظر است با خصوصی‌سازی و ایجاد شرایط رقابتی‌تر در اقتصاد، بنابراین، در بلندمدت و با توجه به نتایج مطالعه حاضر – در باب تأثیر مثبت انواع سرمایه‌ها بر بهبود بهره‌وری – بهتر است دولت به گسترش بخش خصوصی و رقابتی‌تر کردن فضای اقتصاد توجه ویژه‌ای کند تا بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران رشد و بهبود یافته و شرایط بهتری برای دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز و برنامه توسعه کشور فراهم شود.

با این‌که تمام مطالب ضروری در بالا ذکر شد، اما در نظر گرفتن موارد زیر نیز مؤثر است:

- در راستای تحقق بودجه‌ریزی عملیاتی، منابع درآمد دولت را بیش‌تر به امور تحقیق و توسعه تخصیص بدهد.
- دولت از طریق آموزش‌های رسمی و غیررسمی توجه بیش‌تری به افزایش کیفیت نیروی انسانی معطوف دارد و برای آن برنامه‌ریزی عملیاتی تدوین کند.
- برای نهادها و دستگاه‌های کشور سیاست‌های تشویقی و انگیزشی در راستای به‌کارگیری و جذب نیروهای متخصص و توجه به سرمایه‌های انسانی کشور تدوین کند.
- در کنار افزایش تخصیص بودجه کشور در امور عمرانی و تملک‌داری‌های سرمایه‌ای نسبت به امور هزینه‌ای، سیاست‌های تشویقی‌ای برای افزایش سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی تدوین و اجرا کند.

## منابع

- آذربایجانی، کریم (۱۳۶۹)؛ «الگوی اقتصادسنجی عوامل مؤثر بر بهره‌وری صنایع کشور»، اصفهان، سازمان برنامه.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۴)؛ «اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران»، مجله برنامه و بودجه، شماره ۹۳ (مهر و آبان)، صص ۱۱۰-۷۳.
- توفیق، فیروز (۱۳۷۱)؛ تحلیل داده - ستانده در ایران و کاربردهای آن در سنجش، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی، انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۴)؛ «ارزیابی روش‌های تعدیل جدول داده - ستانده در ایران»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال پنجم، شماره سوم، صص ۹۱-۱۰۹.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۱)؛ «تحلیل بهره‌وری تولید، ناشی از تغییر فناوری واسطه‌ای و عوامل اولیه فعالیت‌های اقتصاد ایران»، مجله برنامه و بودجه، شماره ۶۴، صص ۵۹-۳۹.
- قطمیری، محمدعلی (۱۳۷۵)؛ «اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری صنایع ایران طی دوره ۱۳۷۲-۱۳۵۰»، مجموعه مقالات و سخنرانی‌های دومین کنگره ملی بهره‌وری ایران، سازمان ملی بهره‌وری ایران، نشر بصیر، تهران.
- کمیجانی، اکبر، ابوالفضل شاه‌آبادی (۱۳۸۰)؛ «بررسی اثر فعالیت‌های R&D داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل تولید»، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۵ (۱۸)، صص ۶۸-۲۹.
- Frantzen, Dirk (1998); "R&D Efforts, International Technology Spillovers & The Evolution of Productivity in Industrial Countries", *Applied Economics*, Vol.30, pp.1459-1469.
- Graversen Ebbe Krogh & Mark, Michael (2005); "The Effect of R&D Capital on Firm Productivity", Working paper from The Danish Center for Studies in Research and Research Policy, No.3.
- Guellec.D and B.Van Pottelsberghe de la Potterie (2001); "R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries", OECD Science Technology and Industry Working Papers, 2001/3, OECD Publishing.
- Meijl, Van, (1997), "Measuring the Impact of Direct and Indirect R&D

- on The Productivity Growth of Industries: Using The Yale Technology Concordance”, *Economic Systems Research*, Vol.9(2), pp.205-211.
- Mohnen, P. and et al. (2008); “Knowledge-Based Productivity in ‘Low-Tech’ Industries: Evidence from Firms in Developing Countries”, UNU-MERIT Working Papers.
- Ug Kwo.H & Inui.T. (2003); “R&D and Productivity Growth in Japanese Manufacturing Firms”, *ESRI Discussion Paper Series*, No.44.
- Wolff, Edward (2002); “Computerization and Structural Change”, *Review of Income and Wealth*, Series 48, No.2, pp.59-75.
- Wolff, Edward (2007); “Measures of Technical Change and Structural Change in Services in the U.S.: Was There a Resurgence of Productivity Growth in Services?”, 16th International Input-Output Conference, Istanbul, Turkey.
- Wolff, Edward (2002); “Productivity, Computerization and Skill Change”, *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, Third Quarter.

