

اندازه‌گیری و تحلیل عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و معدن

دکتر علیرضا امینی*

کلیدواژه: بهره‌وری، بهره‌وری جزئی، بهره‌وری کل عوامل، کارایی، اثربخشی، سرعت تعدیل

مقدمه

بخش صنعت و معدن یکی از مهمترین بخشهای اقتصادی کشور است که نقش مهمی در تولید و اشتغال کشور دارد. براساس آخرین اطلاعات موجود، سهم این بخش در تولید ناخالص داخلی کشور (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) در سال ۱۳۸۲ حدود ۱۷/۶٪ و سهم آن در اشتغال حدود ۱۶/۵٪ است. در سال ۱۳۸۱، حدود ۱۴/۹٪ سرمایه‌گذاری کشور در این بخش انجام شده است و حدود ۱۰٪ موجودی سرمایه کشور به این بخش

چکیده: بهره‌وری نقش مهم و مؤثری در رشد تولید و افزایش رقابت‌پذیری دارد. در این مطالعه شاخصهای بهره‌وری نیروی کار، سرمایه، انرژی و کل عوامل (TFP) بخش صنعت و معدن، برای دوره ۸۱ - ۱۳۴۶ اندازه‌گیری و روند آن تحلیل شده است. متوسط میزان رشد سالانه شاخصهای مذکور در این دوره، به ترتیب، ۵/۲٪، ۱٪، ۰/۳٪ و ۲/۵٪ و سهم رشد بهره‌وری کل عوامل در تأمین رشد تولید حدود ۳۲/۴٪ بوده است. براساس نتایج به دست آمده، دستمزدهای واقعی، هزینه‌های واقعی استفاده از سرمایه، نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال و نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه در بهره‌وری کل عوامل اثر مثبت و سرمایه سرانه اثر منفی دارد. سرعت تعدیل در این بخش نسبتاً کند است و حدود ۳ سال طول می‌کشد تا کارفرمایان شکاف بین سطح مطلوب و واقعی بهره‌وری کل عوامل را پر کنند. این کندی بیشتر ناشی از انعطاف ناپذیری بازار کار است.

* عضو هیات علمی دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

اهداف تعیین شده در برنامه چهارم توسعه می‌آید.

مفهوم بهره‌وری

با توجه به تعاریف مختلفی که از بهره‌وری داده‌اند، در حوزه نظری بهره‌وری به معنای «درست انجام دادن کار درست به طور مداوم» است. از نظر کاربردی، بهره‌وری در هر دستگاه به معنای «نسبت ستانده کمی به نهاده‌های کمی» تعریف می‌شود. در قرن اخیر، به بهره‌وری همچون مفهومی از کارایی و به معنای بهبود معیارهای زندگی مردم توجه شده است.

به طور کلی، بهره‌وری دارای سه مؤلفه مهم است: کارایی، اثربخشی و به کارگیری مداوم عوامل تولید. کارایی به مفهوم درست انجام دادن کار است. به عبارت دیگر، کارایی به استفاده کارآمد از منابع در فرآیند تولید مربوط است. سنجش کارایی عملکرد از طریق اندازه‌گیری هزینه منابع از لحاظ برآوردن هدف، که به صورت مقایسه ستانده‌های به دست آمده واقعی با تولید معیار یا حداکثر تولید ممکن صورت می‌گیرد.

اثربخشی شاخص نیل به اهداف سازمانی است. بنابراین، در تعریف هدف، باید کمال دقت به عمل آید، به نحوی که هدف نه‌غیر واقعی و دست نیافتنی و نه بسیار ساده و در دسترس تعیین شود. اثربخشی را می‌توان به صورت «کار درست انجام دادن» نیز تعریف کرد. کار درست در واقع چیزی است که نیازی برای آن وجود داشته باشد و بتواند در بازار رقابتی آن نیاز را برآورد و توسعه بازار یا بقا در بازار را با توجه به مقوله‌های مورد انتظار مشتریان تداوم بخشد.

بنابراین، اثربخشی عملکرد عبارت است از میزان تحقق یافتن اهداف تعیین شده. مثلاً، اثربخشی عملکرد برای سرپرست تولید به معنی این است که

اختصاص داشته است. سرانجام، حدود ۲۲/۵٪ انرژی مصرفی در کشور مربوط به بخش صنعت بوده است.

علاوه بر این، بخش صنعت، در پرتو ارتباطات پیشین و پسین قوی با بخشهای دیگر، نقش مهمی در رشد تولید و بهره‌وری سایر بخشهای اقتصادی دارد. بخش صنعت و معدن از یک طرف، از محصولات تولیدی سایر بخشها همچون نهاده واسطه استفاده می‌کند و رشد تولید این بخش به رشد تولید آن بخشها کمک خواهد کرد. از طرف دیگر، بخش صنعت کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای مورد نیاز سایر بخشها را تولید می‌کند که از این طریق نیز ممکن است به رشد تولید و بهره‌وری آنها کمک برساند. اگر پیشرفت فنی در بخش صنعت تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای رخ دهد، ماشین‌آلات و تجهیزات کاراتر تولید خواهد شد که به افزایش بهره‌وری در بخشهای استفاده‌کننده از این امکانات سرمایه‌ای منجر خواهد شد. بنابراین، ارتقای بهره‌وری در بخش صنعت و معدن هم به رشد تولید خود این بخش منتهی خواهد شد و هم به رشد تولید و بهره‌وری سایر بخشها کمک خواهد کرد.

شایان ذکر است که، در برنامه چهارم توسعه، رشد بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل به ترتیب ۵٪، ۴٪ و ۴/۴٪ و سهم رشد بهره‌وری کل عوامل در تأمین رشد تولید حدود ۳۹/۱٪ در نظر گرفته شده است. در این راستا، مطالعه حاضر به اندازه‌گیری شاخصهای بهره‌وری و تحلیل عوامل مؤثر در آنها می‌پردازد. ابتدا شاخصهای بهره‌وری نیروی کار، سرمایه، انرژی و کل عوامل برای دوره ۸۱-۱۳۴۶ اندازه‌گیری و روند آن تحلیل می‌شود و سپس عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل^۱ (TFP) شناسایی و تحلیل می‌شود و، سرانجام پیشنهادهایی برای ارتقای بهره‌وری و تحقق

1. Total Factor Productivity (TFP)

نیازهای افراد در حال افزایش است، افزایش تولید اجتناب‌ناپذیر است. افزایش تولید از طریق افزایش سطح کمی عوامل تولید به علت کمیابی منابع تا میزان معینی امکان‌پذیر است که تولید از آن مقدار نمی‌تواند تجاوز کند.

اگر تغییر فنی در نهاده‌ها تجسم یابد، افزایش استفاده از نهاده‌ها ممکن است به انتقال منحنی تولید به طرف بالا بینجامد و نتیجتاً حداکثر تولید قابل حصول ارتقا یابد. در چنین وضعیتی گفته می‌شود که بهبود بهره‌وری در اقتصاد رخ داده است. در صورتی که کاهش بهره‌وری وجود داشته باشد، تابع تولید به طرف پایین منتقل می‌شود و مبین ناکارایی در استفاده از نهاده‌هاست.

اهمیت بهره‌وری

امروزه، بهره‌وری همچون فرهنگ و نگرشی به کار و زندگی به شمار می‌آید و بهبود آن منشأ توسعه اقتصادی است. بهره‌وری نگرشی واقع‌گرایانه به زندگی است. بهره‌وری فرهنگی است که در آن انسان با فکر و هوشمندی خود، فعالیت‌هایش را با ارزشها و واقعیات منطبق ساخته تا بهترین نتیجه را در مسیر اهداف مادی و معنوی حاصل کند.

ارتقای بهره‌وری در پدیده‌های اصلی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، مانند کاهش تورم، افزایش سطح رفاه عمومی، افزایش سطح اشتغال و توان رقابت سیاسی و مانند آنها تأثیرات وسیعی دارد. امروز تقریباً تمامی کشورهای توسعه یافته و بسیاری از کشورهای در حال توسعه موفق، سرمایه‌گذارهای زیسادی را در جهت ارتقای بهره‌وری در سطوح ملی، منطقه‌ای، بخشی،

واحد او تا چه حد به اهداف کمی و کیفی روزانه دست یافته است.

تعریف عملیاتی بهره‌وری عبارت است از نسبت ستانده واقعی به نهاده واقعی. بنابر این، وجود هر دو مفهوم کارایی و اثربخشی را به طور مستمر شامل می‌شود و باید توجه کرد که آنچه مهمتر است میزان و روند بهره‌وری در طول زمان است، نه در یک مقطع از زمان.

یکی دیگر از مؤلفه‌های بهره‌وری به کارگیری مداوم عوامل تولید^۲ است. به کارگیری مداوم یعنی هنگامی که کاری را انجام می‌دهیم، بدون اتلاف وقت و منابع یا به هدر دادن کار کارگران و دستگاهها پیوسته به آن مشغول باشیم. بنابراین، اکنون می‌توانیم بهره‌وری را «درست انجام دادن کار درست به طور مداوم» تعریف کنیم که بیانگر مؤلفه‌های کارایی، اثربخشی و تداوم اشتغال برای بهره‌وری است.

تعریف عملیاتی از بهره‌وری با مفهوم بهبود بهره‌وری، به معنی انتقال تابع تولید به طرف بالا، سازگار است. بنابراین، افزایش بهره‌وری به معنی تولید بیشتر با مقادیر معین و ثابتی از نهاده‌ها، یا بدست آوردن همان سطح تولید با مقادیر کمتری از نهاده‌ها، یا افزایش تولید با میزانی بیشتر از میزان افزایش نهاده‌ها است. به بیان دیگر، بهره‌وری به معنی متوسط تولید به ازای هر واحد از کل نهاده‌هاست. اگر متوسط تولید به ازای هر واحد از نهاده‌ها افزایش یابد، به مفهوم افزایش بهره‌وری و عکس آن به معنی تنزل بهره‌وری است. به عبارت دیگر، بهره‌وری در واقع میزان نسبی کارایی است که منابع تولیدی، یعنی کار، سرمایه و ... به کار گرفته شده‌اند. در این مفهوم، بهره‌وری شاخص استفاده مؤثر، مفید و کارا از منابع گوناگون است.

در اوضاعی که جمعیت کشور و خواسته‌ها و

طبقه‌بندی شاخصهای بهره‌وری

به طور کلی، شاخصهای بهره‌وری به دو دسته شاخصهای بهره‌وری جزئی و کلی عوامل تولید تقسیم‌بندی می‌شوند. در شاخصهای بهره‌وری جزئی، به ارتباط ستاده با یک نهاد توجه می‌شود، در حالی که در شاخصهای بهره‌وری کلی، ارتباط ستاده با کل نهاده‌ها بررسی می‌شود. از این رو، ابتدا شاخصهای بهره‌وری جزئی را، که ساده‌تر است، معرفی می‌کنیم و سپس، شاخصهای بهره‌وری کلی عوامل تولید را تحلیل می‌کنیم.

شاخصهای بهره‌وری جزئی عوامل تولید^۳

این شاخص‌ها، که از دیر باز محققان آن را به کار برده‌اند، بیشتر از نوع ساده ارزش افزوده در واحد کار (یا واحد ساعت) یا واحد سرمایه بوده است که به آن شاخصهای بهره‌وری نیروی کار و سرمایه می‌گویند. به طور کلی، شاخصهای بهره‌وری جزئی از تقسیم ارزش افزوده بر مقدار نهاده‌ای معین بدست می‌آید. گفتنی است که، برای خارج کردن اثر تورم لازم است از ارزش افزوده به قیمت ثابت سال پایه استفاده شود. شاخصهای بهره‌وری جزئی عوامل تولید، همراه با قیمت عوامل، در توضیح تغییرات در هزینه کار و سرمایه در واحد تولید اهمیت خاصی دارند. به عبارت دیگر، این شاخصها در نشان دادن صرفه‌جویی‌هایی که به مرور ایام در هر یک از عوامل در واحد تولید حاصل می‌گردد مفیدند.

اما، به هر حال، این نسبتهای بهره‌وری، بهره‌وری تک تک عوامل تولید را معین نمی‌کنند و از سوی دیگر، بهره‌وری کلی عوامل تولید را نیز نشان نمی‌دهند. مثلاً، افزایش بهره‌وری عامل کار دو چیز را مشخص می‌کند:^۴

اول: صرفه‌جویی که برای هر واحد تولید در ساعات

مؤسسات، سازمانها و حتی افراد انجام می‌دهند و رشد و توسعه روزافزون خود را مرهون توجه و نگرش صحیح به این مسئله می‌دانند. یکی از مهمترین آثار بهبود بهره‌وری، افزایش میزان رشد تولید است. اگر، همراه با رشد استفاده از نهاده‌ها، بهره‌وری نیز افزایش یابد، رشد تولید بیشتر خواهد بود. بنابراین، رشد بهره‌وری می‌تواند موجب تسریع رشد تولید شود. رابطه زیر نقش رشد بهره‌وری را در افزایش رشد تولید نشان می‌دهد:

$$Y = \eta_l \cdot L + \eta_k \cdot K + TFP \quad (1)$$

که در آن TFP, K, L, Y به ترتیب، معرف میزانهای رشد تولید، اشتغال، سرمایه و بهره‌وری کل عوامل و پارامترهای η_k, η_l نیز، به ترتیب، کششهای تولیدی کار و سرمایه‌اند. همان طور که از رابطه بالا برمی‌آید، هر چه رشد بهره‌وری بیشتر باشد، رشد تولید نیز بالاتر خواهد بود. از این رابطه می‌توان سهم رشد بهره‌وری را از رشد تولید اندازه‌گیری کرد. بدین منظور کافی است که رشد بهره‌وری کل عوامل را در رشد تولید تقسیم کنیم. در کشورهای پیشرفته این نسبت حدود ۵۰٪ است. هر چه این نسبت بالاتر باشد، حاکی از عملکرد مطلوب اقتصاد در زمینه استفاده بهینه از منابع تولید است. مثلاً، این نسبت در اقتصاد مالزی، در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۰، حدود ۲۵/۵٪ بوده است. بنابراین، برای افزایش رشد اقتصادی، تولید سرانه و رفاه اقتصادی جامعه لازم است به بهبود بهره‌وری همچون منبع اصلی رشد اقتصادی توجه کافی مبذول گردد. همچنین، نقش بهبود بهره‌وری در کاهش هزینه‌ها، افزایش رقابت‌پذیری و توسعه صادرات نیز اهمیت دارد. سرانجام، با ارتقای بهره‌وری می‌توان آثار سوء زیست محیطی ناشی از افزایش تولید برخی از کالاها را کاهش داد.

اکنون با توجه به مشخص شدن ضرورت رشد بهره‌وری باید به الگوهای محاسبه بهره‌وری اشاره کنیم.

3. Partial Factor Productivity (PFP)

۴. برای اطلاع بیشتر، رابطه ۱۰ ملاحظه شود.

برآورد برخی فرضها در نظر گرفته می‌شود.

روشهای مستقیم محاسبه شاخص TFP

در این روش، مشکل اصلی جمع کردن انواع مختلف نهاده‌هاست که واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی دارند (نظیر نیروی کار و سرمایه). یکی از این روشها، که کندریک^۶ آن را پیشنهاد کرده است، مبتنی بر میانگین وزنی کار و سرمایه است. کندریک، برای تخمین تغییرات در بهره‌وری، از یک تابع تولید ضمنی، استفاده کرد. شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید او به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TFP = \frac{V_t}{\alpha K_t + \beta L_t} \quad (2)$$

که در آن TFP بهره‌وری کل عوامل تولید، V_t ارزش افزوده واقعی (به قیمت ثابت)، K_t ارزش موجودی سرمایه به قیمت ثابت، L_t تعداد نیروی کار یا نفر ساعت، α سهم عامل سرمایه در ارزش افزوده و β سهم عامل کار در ارزش افزوده است. در الگوی کندریک، از فرضهای همگنی تابع تولید و قضیه اولر استفاده شده است. اگر فرض همگنی خطی یا بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به کار گرفته شود، $\beta = 1 - \alpha$ خواهد بود و تنها نیاز به برآورد پارامتر α خواهد بود.

دومین روش مستقیم محاسبه بهره‌وری کل عوامل، استفاده از شاخص دیویژیا^۷ برای جمع‌سازی نهاده‌هاست (امینی و هژبر کیانی، ۱۳۷۵). در این روش شاخص بهره‌وری کل عوامل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TFP = \frac{V_t}{K_t^\alpha L_t^\beta} \quad (3)$$

کار یا تعداد کارگران به علت افزایش بهره‌وری کلی تولیدی حاصل شده است.

دوم: جانشینی کالای سرمایه‌ای (ماشین آلات) به جای کار کارگران که این جانشینی ممکن است معلول سه عامل باشد:

الف) تغییر در قیمت‌های نسبی عوامل تولید

ب) تغییر در ترکیب تولید کالاها و افزایش سهم تولید کالاهای سرمایه‌بر

ج) تغییر در فناوری موجود در جهت استفاده از فناوری سرمایه‌بر

بنابراین، می‌شود نتیجه گرفت که تغییرات در شاخص بهره‌وری جزئی عوامل تولید را نمی‌توان تغییر کامل در کارایی آن عامل به شمار آورد. این تغییر در بهره‌وری کلی عوامل تولید است که برآیند تغییر در کارایی تمام عوامل تولید را منظور می‌دارد.

شاخصهای بهره‌وری کلی عوامل تولید (TFP)

برای محاسبه بهره‌وری، یعنی محاسبه نسبت ستاده بر کل نهاده‌ها، روشهای متفاوتی وجود دارد. یکی از این روشها که معروف به روش مستقیم محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید است بدون استفاده صریح از تابع تولید، شاخص TFP را برآورد می‌کند. در این روشها، به علت اینکه واحدهای اندازه‌گیری نهاده‌های به کار رفته در فرایند تولید (نظیر نیروی کار و سرمایه) متفاوت‌اند، با استفاده از فناوری خاصی عمل جمع‌سازی^۸ نهاده‌ها را انجام می‌دهند و یک شاخص از کل نهاده‌ها می‌سازند. دومین روش که مبتنی بر استفاده صریح از تابع تولید است با در نظر گرفتن فرم تابعی معین و با عملیات ریاضی بر روی تابع تولید به برآورد شاخص TFP می‌پردازد. در این روشها، میزان رشد سالانه، میانگین میزان رشد سالانه و میانگین سالانه بهره‌وری کل عوامل تخمین زده می‌شود و در این

5. Aggregation
6. Kendrick
7. Divisia Index

می‌توان کَششهای تولیدی کار و سرمایه را برآورد کرد (یعنی پارامترهای α و β). پس از به دست آوردن تخمینهای کَششهای تولیدی کار و سرمایه، می‌توان با استفاده از رابطه ۴ میزان رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل را به دست آورد. با فرض اینکه شاخص بهره‌وری کل عوامل در سال پایه برابر ۱۰۰ باشد، می‌توان با اضافه کردن میزانهای رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل، مقدار مطلق شاخص TFP را به دست آورد. گفتنی است که اگر اطلاعات مربوط به سهمهای عوامل از تولید در دسترس باشد، می‌توان با استفاده از فرض رقابت کامل، نسبت به برآورد میزان رشد TFP اقدام کرد و در این حالت نیازی به برآورد تابع تولید نیست، زیرا، همان‌طوری که پیشتر توضیح داده شد، در رقابت کامل کَششهای تولیدی کار و سرمایه با سهمهای کار و سرمایه از تولید برابر است. باید توجه کرد که آمارهای سهم عوامل تولید که از حسابهای ملی به دست می‌آید گسسته است، در حالی که رابطه ۴ براساس فرض پیوسته بودن متغیرها به دست می‌آید و نتیجتاً اگر از رابطه مذکور استفاده کنیم دچار خطای تقریب نسبتاً زیادی خواهیم شد. از همین رو، در مطالعات تجربی توصیه می‌شود که از تقریبهای گسسته زمانی برای میزانهای رشد استفاده شود که شاخص ترنکوویست^۹ رشد TFP برابر است با (APO، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴):

$$TFP_t = (\ln V_t - \ln V_{t-1}) - \bar{\alpha}_t (\ln K_t - \ln K_{t-1}) - \bar{\beta}_t (\ln L_t - \ln L_{t-1}) \quad (5)$$

که در آن، $\bar{\alpha}_t$ و $\bar{\beta}_t$ به ترتیب، بیانگر متوسط سهم سرمایه و نیروی کار از تولید در دوره $t-1$ تا t است. دیورت^{۱۱} نشان داده که اگر تابع تولید همگن و به شکل ترنزلوگ باشد، تقریب بسیار دقیق است.

اگر فرض همگنی خطی یا بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به کار گرفته شود، $\alpha + \beta = 1$ خواهد شد. در شرایط رقابت کامل که به هر عامل به اندازه بهره‌وری نهایی آن پرداخت می‌شود، α ، β بیانگر کَششهای تولیدی نسبت به سرمایه و کار نیز هست. بنابراین، در شرایطی که اطلاعات آماری درخصوص سهمهای عوامل از تولید وجود ندارد می‌توان از کَششهای تولیدی کار و سرمایه در برآورد بهره‌وری کل عوامل استفاده نمود.

روشهای غیرمستقیم محاسبه شاخص TFP اولین روش، که به نام مانده سولو^۸ معروف شده است، در حقیقت چیزی جز تفاضل میانگین موزون رشد عوامل از رشد تولید نیست. این موضوع به زبان ریاضی به صورت زیر قابل بیان است:

$$TFP = V - \alpha K - \beta L \quad (4)$$

به عبارت دیگر، آن بخش از رشد تولید، که با رشد کمی نیروی کار و سرمایه قابل توضیح نیست، به رشد بهره‌وری کل عوامل منتسب می‌شود. یکی از اشکالات این روش مربوط به در نظر گرفتن مقداری ثابت و معین برای سهم کار و سرمایه است، در حالی که سهمهای عامل از سالی به سال دیگر و از فعالیتی به فعالیت دیگر در حال تغییر و تحول است. گفتنی است که نتایج تخمین TFP از این روش با روش استفاده از شاخص دیویژیا یکسان است، زیرا اگر از رابطه ۳ لگاریتم طبیعی گرفته و سپس از آن، بر حسب زمان، مشتق کلی بگیریم، رابطه ۴ به دست می‌آید.

برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل از روش «مانده سولو»، ابتدا، شکل معینی برای تابع تولید در نظر می‌گیریم و سپس آن را به روش اقتصادسنجی برآورد می‌کنیم و نهایتاً، براساس تابع برآورد شده،

8. Solow Residual

9. Tornquist index

می‌آید.

اگر بهره‌وری جزئی عامل کار را با $q = \frac{V}{L}$ و سرمایه سرانه را به $k = \frac{K}{L}$ نمایش دهیم، می‌توان، با استفاده از گرفتن لگاریتم طبیعی از رابطه ۸ و مشتق کلی از آن نسبت به زمان رابطه زیر را به دست آورد:

$$q = A + ak \quad (10)$$

به عبارت دیگر، رشد بهره‌وری نیروی کار ناشی از دو عامل ارتقای بهره‌وری کل عوامل و افزایش سرمایه سرانه است که افزایش سرمایه سرانه به معنی کاربرد سرمایه به جای نیروی کار است. سولو رشد بهره‌وری کل عوامل را پیشرفت فنی نیز به شمار می‌آورد. در رابطه ۱۰، A هم میزان رشد بهره‌وری کل عوامل و هم میزان پیشرفت فنی را نشان می‌دهد. بنابراین، رابطه مذکور برای تخمین مشارکت پیشرفت فنی در بهره‌وری جزئی عامل کار نیز کاربرد دارد. به همین ترتیب، می‌توان رابطه‌ای مشابه برای بهره‌وری سرمایه به دست آورد. اگر طرفین رابطه ۸ را بر K تقسیم کنیم، سپس، از طرفین لگاریتم طبیعی بگیریم و نهایتاً از آن مشتق کلی نسبت به زمان بگیریم، رابطه زیر بدست می‌آید:

$$APK = A + (\alpha - 1)k \quad (11)$$

با توجه به اینکه $0 < \alpha < 1$ است، ضریب k عددی منفی است که بیانگر تأثیر منفی افزایش سرمایه سرانه بر بهره‌وری سرمایه است، زیرا با افزایش سرمایه سرانه، بهره‌وری نهایی سرمایه کاهش می‌یابد.

اگر از فرض رقابت کامل استفاده کنیم، α معرف

دومین روش غیرمستقیم در محاسبه TFP معروف به روش سولو^{۱۱} است. در روش سولو، تابع تولید به صورت زیر تعریف می‌شود که مبتنی بر فرض پیشرفت فناوری بی‌طرف یا خنثی از نوع هیکس است:

$$V_t = A_{(t)} F(K_t, L_t) \quad (6)$$

که در آن، $A_{(t)}$ برآوردی از بهره‌وری کل عوامل تولید است. در این روش، شکل تابع معینی برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود و سپس پارامترهای آن، با استفاده از فنون اقتصادسنجی، برآورد می‌شود. سولو توابعی به فرم کاب-داگلاس را برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید توصیه می‌کند. شکل عمومی تابع تولید از نوع کاب-داگلاس به صورت زیر است:

$$V = AK^\alpha L^\beta \quad (7)$$

که در آن، A پارامتر بهره‌وری و α و β به ترتیب کششهای تولیدی سرمایه و کارند. در مواردی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد، تابع تولید فقط دارای یک پارامتر است:

$$V = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (8)$$

در تابع تولید از نوع کاب - داگلاس معمولاً α و β کوچکتر از یک و مثبت‌اند. در این تابع، کشش جانشینی عوامل تولید در سرتاسر تابع تولید برابر یک است. در حالتی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد، یعنی $\alpha + \beta = 1$ ، می‌توان تابع تولید را به شکل سرانه برآورد کرد:

$$\left(\frac{V}{L}\right) = A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha \quad (9)$$

پس از تخمین پارامتر A ، در رابطه فوق، متوسط بهره‌وری کل عوامل در دوره بررسی شده به دست

10. Diewert, 1976.

11. solow

کندریک، برای اجتناب از این مشکل، از برآوردهای درآمد ملی استفاده می‌کند تا وزن‌ها را برای کار و سرمایه به دست آورد.

۳- شاخصهای بهره‌وری کل عوامل، که از سهمهای کار و سرمایه در تولید استفاده می‌کنند، انعطاف‌پذیری بیشتری را در تحلیل تغییرات بهره‌وری مابین صنایع و ارتباط آن با متغیرهای دیگر به دست می‌دهد.

۴- در وضعیتی که اطلاعات مربوط به جبران خدمات کارکنان موجود نیست، امکان محاسبه سهم عوامل کار و سرمایه از تولید وجود ندارد. به ناچار باید از تخمین کششهای تولیدی کار و سرمایه که از تابع تولید به دست می‌آید استفاده کرد. به عبارت دیگر، به‌طور ضمنی فرض می‌شود که رقابت کامل وجود داشته و در چنین شرایطی کششهای تولیدی کار و سرمایه، به ترتیب با سهمهای عوامل کار و سرمایه از تولید برابرند.

۵- بهره‌وری کل عوامل که از نسبت ارزش افزوده بر کل عوامل تولید (کار و سرمایه) به دست می‌آید، بیانگر آن است که، به ازای هر واحد از کل نهاده‌ها، چه میزان تولید به دست آمده است. به عبارت دیگر، برآیند تغییرات بهره‌وری نیروی کار و سرمایه از طریق این شاخص مشخص می‌شود. این موضوع، به زبان ریاضی، به صورت زیر بیان می‌شود:

$$TFP = \alpha \cdot APK + (1 - \alpha) APL \quad (13)$$

یعنی رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) برابر میانگین وزنی میزانهای رشد بهره‌وری سرمایه (APK) و نیروی کار (APL) است. برای اثبات صحت رابطه فوق به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$TFP = a(V - K) + (1 - \alpha)(V - L)$$

$$TFP = \alpha V - \alpha K + V - L - \alpha V + \alpha L$$

$$TFP = V - \alpha K - (1 - \alpha)L$$

سهم عامل کار است. در صورتی که اطلاعات مربوط به سهم عامل کار از تولید، در دسترس باشد، بدون برآورد تابع تولید می‌توان شاخص بهره‌وری کل عوامل را محاسبه کرد. در رابطه ۸، اگر پارامتر α معین باشد، می‌توان بهره‌وری کل عوامل را از رابطه زیر برآورد نمود:

$$A = \frac{V}{K^\alpha L^{1-\alpha}} \quad (12)$$

که در آن، عبارت سمت راست، دقیقاً، همان شاخص بهره‌وری کل عوامل بر مبنای شاخص دیویزیاست. بنابراین، نتایج محاسبه، با استفاده از روش شاخص دیویزی، هنگامی از دقت بالایی برخوردار است که تابع تولید از نوع کاب - داگلاس باشد.

گفتنی است که، اگر اطلاعات مربوط به سهم عامل کار از تولید موجود نباشد و از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برای برآورد تابع تولید استفاده شود، برآورد منحصر به فردی برای A به دست می‌آید. در چنین وضعیتی، میانگین بهره‌وری کل عوامل برای دوره بررسی شده به دست می‌آید و میزان بهره‌وری را نمی‌توان برای دوره‌های مختلف محاسبه کرد، مگر این که مدل با فرض متغیر بودن پارامتر A در طول زمان تخمین زده شود.

با توجه به مباحث بالا می‌توان نکات زیر را

مطرح کرد:

۱- توابع تولید کاب - داگلاس، که مبتنی بر فرضهای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، همگنی و کشش جانشینی واحد بین عوامل تولید است، به تخمینهای غیردقیق بهره‌وری کل عوامل منجر خواهد شد، زیرا صحت این فرضهای محدود کننده با تردید همراه است.

۲- توابع تولید آماری در پارامترهای خود در دوره‌های زمانی متوالی بی‌ثباتی چشمگیری دارد.

اکنون برای نشان دادن عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار، فرض می‌کنیم که تابع تولید ۱۵ همگن از درجه اول است. اگر طرفین رابطه مذکور را بر L تقسیم کنیم، خواهیم داشت:

$$AP_L = \frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, \frac{H}{L}, t\right) \quad (16)$$

بنابراین، اولین عامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار، سرمایه سرانه است. با افزایش سرمایه سرانه، بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد، یعنی هر چه فن تولید سرمایه برتر باشد، بهره‌وری نیروی کار بالاتر خواهد بود.

دومین عامل، متوسط سرمایه انسانی به ازای هر واحد نیروی کار است که در بهره‌وری نیروی کار تأثیر مثبت دارد. بنابراین، افزایش سطح تحصیلات، مهارت و سلامتی نیروی کار به افزایش بهره‌وری منجر می‌شود. سومین عامل، پیشرفت فنی است. اگر پیشرفت فنی به صرفه جویی در استفاده از نیروی کار برای تولید هر واحد محصول می‌انجامد، بهره‌وری نیروی کار را افزایش خواهد داد.

چهارمین عامل، دستمزدهای واقعی است. معمولاً با افزایش دستمزدهای واقعی، انگیزه نیروی کار برای بهتر کار کردن افزایش می‌یابد و میزان تلاش، جدیت و دقت وی بیشتر می‌شود. هنگامی که دستمزد واقعی کاهش می‌یابد، انگیزه نیروی کار کاهش می‌یابد و از ماشین‌آلات و تجهیزات به نحو احسن استفاده نمی‌کند. علاوه بر این، افزایش دستمزد واقعی انگیزه سرمایه‌گذاری در آموزش و ارتقای سطح سلامتی و بهداشت نیروی کار را افزایش می‌دهد که نتیجه اینها افزایش سرمایه انسانی و کارایی نیروی کار است. گفتنی است که در اوضاع رقابت کامل به عامل کار به اندازه بهره‌وری نهایی آن پرداخت می‌شود و رشد دستمزد واقعی با رشد بهره‌وری نهایی نیروی کار برابر است. برای نشان دادن رابطه دستمزد واقعی با بهره‌وری

رابطه بالا همان رابطه محاسباتی میزان رشد بهره‌وری کل عوامل به روش مانده سولوست که، پیشتر درباره آن بحث شد. برای محاسبه سهم رشد بهره‌وری نیروی کار و سرمایه در رشد تولید، می‌توان رابطه ۱۳ را در رابطه ۱ قرار داد. با توجه به اینکه کششهای تولیدی سرمایه و کار به ترتیب α و $1-\alpha$ است، رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Y = (1-\alpha)L + \alpha K + (1-\alpha)APL + \alpha APK \quad (14)$$

تحلیل عوامل مؤثر در بهره‌وری

در این قسمت عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار و سرمایه را بررسی می‌کنیم. با توجه به اینکه بهره‌وری کل عوامل، برآیند بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است، در نتیجه، عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل، همان عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است.

عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار

برای نشان دادن عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار، تابع تولید زیر را در نظر می‌گیریم:

$$Y = F(L, K, H, t) \quad (15)$$

که در آن H بیانگر سرمایه انسانی و t پیشرفت فنی است. باید توجه کرد که، علاوه بر کمیت نیروی انسانی، کیفیت نیروی کار به لحاظ سطح آموزش، مهارت، توانایی فیزیکی و سطح سلامتی نیز در تعیین سطح تولید مؤثر است. به عبارت دیگر، با فرض ثابت بودن کمیت نیروی کار و سرمایه، می‌توان با افزایش کیفیت نیروی کار، تولید را افزایش داد. پیشرفت فنی نیز ممکن است، از طریق افزایش قدرت تولیدی نیروی کار و سرمایه، تولید را افزایش دهد (امینی، ۱۳۸۲).

کار مؤثر است. اگر بهره‌وری انرژی ارتقا یابد، برای تولید محصول معین و به ازای مقادیر مفروض نیروی کار و سرمایه می‌توان از انرژی کمتری استفاده کرد که نتیجه آن افزایش ارزش افزوده است که این به افزایش بهره‌وری نیروی کار منتهی خواهد شد.

عوامل مؤثر در بهره‌وری سرمایه

برای نشان دادن عوامل مؤثر در بهره‌وری سرمایه، فرض می‌کنیم که تابع تولید ۱۵ همگن از درجه اول بوده و طرفین آن را بر K تقسیم می‌نماییم:

$$AP_K = \frac{Y}{K} = F\left(\frac{L}{K}, \frac{H}{K}, t\right) \quad (18)$$

بنابراین، متوسط نیروی کار استفاده شده به ازای هر واحد سرمایه، متوسط سرمایه انسانی به ازای هر واحد سرمایه و پیشرفت فنی در بهره‌وری سرمایه مؤثرند. هر چه قدر فن تولید کار برتر باشد، نسبت $\frac{L}{K}$ بزرگتر خواهد بود و بهره‌وری سرمایه بیشتر خواهد شد. به همین ترتیب، هر چه قدر فن تولید سرمایه برتر باشد، بهره‌وری سرمایه کمتر خواهد شد که دلیل آن نزولی بودن بازدهی نهایی سرمایه است.

دومین عامل مؤثر در بهره‌وری سرمایه، متوسط سرمایه انسانی به کار رفته به ازای هر واحد سرمایه است. باید توجه کرد نیروی انسانی متخصص، به علت برخورداری از دانش علمی، فنی و تخصصی می‌تواند از ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده بهتری کند و تولید بیشتری را ایجاد کند. علاوه بر این، ارتقای سطح سلامتی نیروی کار نیز می‌تواند به استفاده بهتر و مفیدتر از امکانات سرمایه‌ای بینجامد. سومین عامل مؤثر در بهره‌وری سرمایه، پیشرفت فنی است. پیشرفت فنی باعث می‌شود که ماشین‌آلات و تجهیزات جدیدتر که کارایی بیشتر

نیروی کار، تابع تولید به فرم کاب - داگلاس را در نظر می‌گیریم. علاوه بر این، فرض می‌کنیم که بازار کار در رقابت کامل است، یعنی به عامل کار به اندازه بهره‌وری نهایی آن پرداخت می‌شود:

$$\begin{aligned} Y &= AK^\alpha L^\beta \\ AP_L &= \frac{Y}{L} = A.\beta K^\alpha .L^{\beta-1} \\ MP_L &= \frac{\partial Y}{\partial L} = A.\beta.K^\alpha L^{\beta-1} \end{aligned} \quad (17)$$

$$MP_L = A.\beta K^\alpha L^{\beta-1} = w \Rightarrow \beta.AP_L = w \Rightarrow AP_L = \frac{w}{\beta}$$

بنابراین، بر طبق رابطه بالا، بهره‌وری نیروی کار با دستمزد واقعی ارتباط مستقیم دارد.

وجود ظرفیت بیکار ماشین‌آلات و عدم استفاده کامل از ظرفیتهای موجود در بهره‌وری نیروی کار مؤثر است. اگر، به هر دلیلی، تولید بالفعل از سطح تولید بالقوه کمتر باشد، با ظرفیت بیکار مواجهیم و در اوضاعی که قانون کار اجازه تعدیل نیروی کار را نمی‌دهد یا تعدیل با هزینه‌های زیادی همراه است یا به هر دلیلی کارفرما مایل نباشد نیروهای با تجربه خود را از دست بدهد، با کاهش بهره‌وری نیروی کار روبه‌رو خواهیم شد، زیرا تعداد نیروی کار متناسب با کاهش سطح تولید تنزل نیافته است. در چنین وضعیتی با پدیده بیکاری پنهان مواجهیم. بنابراین، هر چه فاصله تولید بالفعل از تولید بالقوه بیشتر شود، بیکاری پنهان نیروی کار و ظرفیت بیکار سرمایه بیشتر می‌شود و، به دنبال آن، بهره‌وری نیروی کار یا تولید سرانه هر شاغل کاهش می‌یابد. افزایش این شکاف معمولاً در نتیجه کمبود تقاضای مؤثر در بازار (به دلایلی نظیر پایین بودن کیفیت، بالا بودن قیمت تمام شده و کاهش درآمد سرانه، کمبود مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای، قطعات یدکی ماشین‌آلات، سوخت و سرمایه در گردش) رخ می‌دهد.

بالاخره، بهره‌وری انرژی نیز در بهره‌وری نیروی

منفی دارد، زیرا با ثابت بودن مقدار سرمایه و کاهش تولید، بهره‌وری سرمایه کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، وقتی ماشین آلات و تجهیزات خریداری و نصب شد، به آسانی نمی‌توان با کاهش تقاضای بازار برای کالاها و خدمات، میزان سرمایه را کاهش داد و، به علت اینکه امکان تعدیل سرمایه متناسب با سطح تولید وجود ندارد، بهره‌وری سرمایه یا متوسط تولید به ازای هر واحد سرمایه کاهش می‌یابد. در این زمینه می‌توان، با ذکر مثال، جنبه دیگری از مسئله را روشن کرد. در شرایطی که طرحهای عمرانی در مدتی بیش از دو برابر مدت تعیین شده به پایان می‌رسند، اگر چه موجودی سرمایه در اثر سرمایه‌گذاریها افزایش می‌یابد، به علت طولانی شدن زمان بهره‌برداری، هم ارزش افزوده با یک تأخیر طولانی افزایش خواهد یافت و طول عمر مفید طرح کاهش خواهد یافت و هم هزینه‌های سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد، که نتیجه آن کاهش بهره‌وری سرمایه است.

عمر ماشین‌آلات، تجهیزات و امکانات سرمایه‌ای نیز در بهره‌وری سرمایه مؤثر است. معمولاً، با فرسودگی امکانات سرمایه‌ای و افزایش متوسط طول عمر آنها بهره‌وری سرمایه کاهش می‌یابد و، با انجام سرمایه‌گذاری جدید، عمر متوسط امکانات سرمایه‌ای کاهش و بهره‌وری سرمایه افزایش می‌یابد، زیرا امکانات سرمایه‌ای جدیدتر از کارایی بیشتری برخوردارند و فناوری پیشرفته‌تری در تولید آنها به کار رفته است.

شیوه استفاده از ماشین آلات و تجهیزات نیز در بهره‌وری سرمایه مؤثر است. اگر نیروی کار به هر دلیلی انگیزه لازم برای استفاده صحیح از امکانات سرمایه‌ای را نداشته باشد، بهره‌وری سرمایه را کاهش خواهد داد، زیرا حداکثر تولید ممکن از امکانات سرمایه‌ای به دست نخواهد آمد. علاوه بر این، بر اثر استفاده ناصحیح از سرمایه، عمر مفید آن

دارند تولید شوند و بنگاهها، با استفاده از آنها، به ازای هر واحد سرمایه، تولید بیشتری داشته باشند.

چهارمین عامل، عامل هزینه واقعی استفاده از سرمایه است. با افزایش هزینه واقعی استفاده از سرمایه، سرمایه‌گذاری در طرحهایی صورت می‌گیرد که از بازدهی بالاتری برخوردارند. به عبارت دیگر، تخصیص منابع مالی در طرحهای سرمایه‌گذاری به شکل بهتری صورت می‌گیرد و طرحهای دارای توجیه اقتصادی کمتر کنار گذاشته می‌شوند و طرحهای دارای توجیه اقتصادی بیشتر انتخاب می‌شوند. علاوه بر این، با افزایش هزینه واقعی استفاده از سرمایه، هزینه فرصت عاطل ماندن تجهیزات و ماشین‌آلات بیشتر می‌شود و کارفرما می‌کوشد که از امکانات سرمایه‌ای حداکثر استفاده را ببرد و به بهترین شکل از آن استفاده کند. برای نشان دادن تأثیر هزینه واقعی استفاده از سرمایه در بهره‌وری سرمایه، فرض می‌کنیم شرایط رقابت کامل وجود داشته و به عامل سرمایه به اندازه بهره‌وری نهایی آن پرداخت می‌شود. علاوه بر این، فرض می‌کنیم تابع تولید از نوع کاب - داگلاس است:

$$Y = AK^\alpha L^\beta$$

$$AP_K = \frac{Y}{K} = \alpha K^{\alpha-1} L^\beta \quad (19)$$

$$MP_L = \frac{\partial Y}{\partial L} = \alpha \alpha K^{\alpha-1} L^{\beta-1}$$

$$MP_K = r \Rightarrow \alpha \alpha K^{\alpha-1} L^{\beta-1} = r \Rightarrow \alpha \cdot AP_K = r \Rightarrow AP_K = \frac{r}{\alpha}$$

که در رابطه بالا r بیانگر هزینه واقعی استفاده از سرمایه است. همان‌طوری که از رابطه بالا مشخص است، با افزایش r بهره‌وری سرمایه افزایش می‌یابد.

پنجمین عامل مؤثر در بهره‌وری سرمایه، میزان استفاده از ظرفیتهای موجود است. افزایش فاصله تولید بالفعل از تولید بالقوه در بهره‌وری سرمایه تأثیر

تخصیص بهینه منابع بین بخشهای اقتصادی می‌شود که نتیجه آن کاهش بهره‌وری کل عوامل است (برای اطلاعات بیشتر، رک: خالصی، ۱۳۸۳؛ بیتورز، ۱۹۶۹؛ میلر، ۲۰۰۰).

داده‌های آماری

آمارهای ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری از حسابهای ملی ایران به قیمت‌های جاری و ثابت سال ۱۳۷۶ که بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران منتشر کرده جمع آوری شده است. آمارهای اشتغال و موجودی سرمایه (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) بخش صنعت و معدن از دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور اخذ گردیده است (امینی، نشاط و اصلاحچی، ۱۳۸۳؛ امینی و نشاط، ۱۳۸۳). آمارهای انرژی مصرفی، که شامل فرآورده‌های نفتی، گاز و برق است، از طریق ترازنامه انرژی که وزارت نیرو منتشر می‌کند تهیه شده است. برای محاسبه برآورد سهم نیروی کار از تولید، ابتدا براساس آمار تعداد مزد و حقوق‌بگیران و جبران خدمات کارکنان بخش صنعت در سالهای ۵۱-۱۳۴۶ و ۱۳۷۳ و ۱۳۸۱، که در سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران منتشر شده است، متوسط دستمزد به ازای هر نفر شاغل محاسبه شده است. با توجه به اینکه آمارهای اشتغال مذکور با آمارهای سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن تفاوت‌هایی دارد، متوسط جبران خدمات سرانه محاسبه شده را در تعداد شاغلان بخش صنعت ضرب می‌کنیم تا کل جبران خدمات بخش صنعت در سالهای مذکور به دست آید. در مرحله بعد، با استفاده از آمارهای ارزش افزوده، جبران خدمات را در سالهای بینابینی ۷۳-۱۳۵۱ و ۸۱-۱۳۷۳ به روش درونیابی خطی لاگرانژ برآورد می‌کنیم.

در مورد بخش معدن نیز به همین شیوه عمل می‌کنیم. آمارهای تعداد مزد و حقوق‌بگیران و

کاهش می‌یابد و مجموعاً ارزش افزوده کمتری از سرمایه حاصل خواهد شد که به کاهش بهره‌وری سرمایه در آینده می‌انجامد. یکی از راههای افزایش انگیزه نیروی کار در استفاده صحیح از امکانات سرمایه‌ای، افزایش دستمزدهای واقعی است. بنابراین، انتظار می‌رود که، با افزایش دستمزدهای واقعی، بهره‌وری سرمایه افزایش یابد.

بالاخره، افزایش بهره‌وری انرژی در بهره‌وری سرمایه نیز مؤثر است. اگر بهره‌وری انرژی افزایش یابد، متوسط تولید به ازای هر واحد انرژی مصرفی افزایش می‌یابد که این به منزله افزایش ارزش افزوده به ازای مقادیر معین نیروی کار و سرمایه است که افزایش بهره‌وری سرمایه را به دنبال دارد.

با توجه به اینکه بهره‌وری کل عوامل برآیند بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است و میزان رشد آن برابر با میانگین وزنی میزانهای رشد بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است، عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل، همان عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار و سرمایه‌اند، که پیشتر در باره آن بحث شد. بنابراین، عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل عبارتند از: سرمایه سرانه، متوسط سرمایه انسانی به ازای هر واحد نیروی کار، متوسط سرمایه انسانی به ازای هر واحد سرمایه، پیشرفت فنی، دستمزد واقعی، هزینه واقعی استفاده از سرمایه، میزان استفاده از ظرفیت تولید، متوسط سن امکانات سرمایه‌ای، شیوه استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات و بهره‌وری انرژی. علاوه بر موارد مذکور، درجه باز بودن اقتصاد و میزان تورم نیز در بهره‌وری کل عوامل مؤثرند. هر چه ارتباط اقتصاد با خارج بیشتر باشد، تولید کنندگان داخلی در شرایط رقابتی‌تری قرار می‌گیرند و مجبور می‌شوند که، از طریق مدیریت بهتر، بهره‌وری خود را افزایش دهند تا بتوانند با رقبای خود رقابت کنند. افزایش زیاد میزان تورم موجب به هم خوردن

متغیر درصد استفاده از ظرفیت تولید بدین ترتیب محاسبه شده است که ابتدا تولید بالقوه بخش صنعت و معدن، با استفاده از آمارهای ارزش افزوده این بخش (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) به روش خط روند اوجهای تعدیل شده برآورد شده (امینی، صفاری‌پور و مسعود و مجید نهاوندی، ۱۳۷۷) و سپس، از تقسیم ارزش افزوده بر تولید بالقوه، درصد استفاده از ظرفیت تولید محاسبه شده است.

برای محاسبه درجه بازبودن اقتصاد نیز از آمارهای صادرات، واردات و تولید ناخالص داخلی به قیمت بازار و برحسب قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ که بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران منتشر کرده استفاده شده است. درجه باز بودن به صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری شده است.

اندازه‌گیری شاخصهای بهره‌وری جزئی در بخش صنعت و معدن

برای اندازه‌گیری شاخصهای بهره‌وری جزئی، از نسبت ارزش افزوده بخش صنعت و معدن (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) بر میزان استفاده از یک عامل معین استفاده می‌کنیم. در این مطالعه، شاخصهای بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و انرژی محاسبه و روند آن تحلیل می‌شود. جدول ۳ نتایج محاسبات این شاخصها را برای دوره ۸۱-۱۳۴۶ نشان می‌دهد. در جدول ۴ نیز متوسط رشد سالانه شاخصهای مذکور در دوره‌های مختلف محاسبه شده است.

در جدول مذکور، دوره ۸۱-۱۳۴۶ به سه زیر دوره تقسیم می‌شود: دوره اول ۵۶-۱۳۴۷، که مصادف با سالهای قبل از انقلاب اسلامی است.

جبران خدمات کارکنان بخش معدن در سالهای ۱۳۴۸ و ۸۱-۱۳۶۵ در سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران موجود است. ابتدا، متوسط جبران خدمات سرانه را در این سالها به دست می‌آوریم و سپس، با ضرب کردن آن در اشتغال بخش معدن، میزان جبران خدمات را محاسبه می‌کنیم. در مرحله بعد، با استفاده از آمارهای ارزش افزوده بخش معدن، جبران خدمات کارکنان را در سالهای بینابینی ۶۵-۱۳۴۸، به روش درونیابی خطی لاگرانژ برآورد می‌کنیم. پس از محاسبه ارزش جبران خدمات کارکنان زیر بخش‌های صنعت و معدن، این ارقام را جمع و بر ارزش افزوده کل بخش صنعت و معدن تقسیم می‌کنیم تا سهم نیروی کار از تولید به دست آید.

برای محاسبه جانشین^{۱۲} هزینه استفاده از سرمایه، ابتدا سهم سرمایه از تولید را به دست می‌آوریم (یک منهای سهم نیروی کار از تولید) و سپس آن را در ارزش افزوده ضرب می‌کنیم تا میزان پرداختی به صاحبان سرمایه به دست آید. سرانجام، از تقسیم آن بر ارزش موجودی سرمایه، تقریبی از میزان بازده ناخالص سرمایه به دست می‌آید (گریلیچز^{۱۳}، ۱۹۹۹؛ سیه^{۱۴}، ۱۹۹۹؛ ویر، ۱۹۹۹).

آمار تعداد کارکنان علمی، فنی و تخصصی بخش صنعت و معدن، بر اساس آمارهای سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن در سالهای ۱۳۴۵، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ و طرح جاری آمارگیری جمعیت سال ۱۳۷۰ و نتایج آمارگیری از ویژگیهای اشتغال و بیکاری خانوار در سالهای ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ جمع‌آوری شده است. در مرحله بعد، سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی از کل اشتغال بخش صنعت و معدن در سالهای مذکور محاسبه و سپس، به روش درونیابی، ارقام سالهای بینابینی برآورد شده است.

12. Proxy

13. Griliches

14. Hsieh

نسبی انرژی در کشور، وقوع چنین پدیده‌ای طبیعی به نظر می‌رسد. بنابراین، حتی اگر بهره‌وری انرژی در هر یک از گروه‌های صنایع تغییر نیافته باشد ولی سهم ارزش افزوده صنایع انرژی بر در بخش صنعت و معدن افزایش یافته باشد، کاهش بهره‌وری انرژی در سطح کل بخش صنعت و معدن رخ خواهد داد که دلیل آن پایین‌تر بودن بهره‌وری انرژی در صنایع انرژی‌بر است.

در دومین دوره (۶۷-۱۳۵۸)، بهره‌وری نیروی کار به‌طور متوسط، سالانه ۲/۷٪ افزایش یافته است، در حالی که سرمایه‌سرانه به‌طور متوسط سالانه ۳/۸٪ کاهش یافته است. بنابراین، افزایش بهره‌وری نیروی کار در این دوره به علت سرمایه‌سرانه نبوده، بلکه مهمترین علت آن استفاده از ظرفیتهای بیکار تولید و بهره‌برداری رسیدن طرحهای سرمایه‌گذاری شده در دوره قبل است. در این دوره، میزان اشتغال ثابت مانده، ولی ارزش افزوده، به‌طور متوسط سالانه ۲/۷٪ افزایش یافته است. این افزایش، با توجه به کاهش موجودی سرمایه به میزان ۳/۸٪ در سال (به علت خسارتهای وارده بر امکانات و تجهیزات سرمایه‌ای در طول جنگ تحمیلی) نشان‌دهنده آن است که رشد تولید به علت استفاده از ظرفیتهای بیکار عوامل تولید بوده است. به عبارت دیگر، نیروی کار مازاد از مجموعه‌ای فعالیتهای صنعتی به فعالیتهای جدید که نیاز به نیروی کار داشته‌اند منتقل شده است.

در این دوره، بهره‌وری سرمایه، به‌طور متوسط، سالانه ۷/۶٪ افزایش یافته است که این افزایش ممکن است دو دلیل داشته باشد. اولین دلیل، استفاده بیشتر از ظرفیتهای بیکار ماشین‌آلات و تجهیزات است، زیرا بر اثر تخریب بخشی از امکانات و تجهیزات سرمایه‌ای، به ناچار، باید از ظرفیتهای باقیمانده استفاده بیشتری کرد تا بتوان نیازهای جامعه را جواب داد. دومین علت به بهره‌برداری از

مهمترین واقعه‌ای که در این دوران رخ داده است تکانه نفتی سالهای ۵۵-۱۳۵۳ است که تأثیراتی را در بخش صنعت و معدن گذاشته است. دوره دوم ۶۷-۱۳۵۸ است، که مهمترین رویداد این دوره وقوع جنگ تحمیلی است که وضعیت خاصی را بر اقتصاد ایران حاکم کرده است. سومین دوره ۸۱-۱۳۶۸ است، که مقارن با برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه است. قابل توجه است که در این دوره به دلیل فقدان داده‌های آماری، فقط عملکرد سه سال اول برنامه سوم توسعه در نظر گرفته شده است (یعنی سالهای ۸۱-۱۳۷۹).

همان‌طور که از جدول ۴ بر می‌آید در دوره اول (۵۶-۱۳۴۷) شاخص بهره‌وری نیروی کار، به‌طور متوسط، سالانه ۱۱/۵٪ افزایش یافته است که مهمترین دلیل آن افزایش سرمایه‌سرانه به میزان ۱۵/۷٪ در سال بوده است. به عبارت دیگر، گرایش زیاد به استفاده از فنون و یا فعالیتهای سرمایه‌بر سبب شده است که بهره‌وری نیروی کار یا تولید سرانه هر کارگر افزایش بسیار سریعی داشته باشد و بهره‌وری سرمایه نیز به همین دلیل روندی نزولی داشته و، به‌طور متوسط، سالانه ۳/۶٪ کاهش یافته است، یعنی گرایش زیاد به استفاده از فناوریها و فعالیتهای سرمایه‌بر باعث شده است بازدهی نهایی سرمایه و، به دنبال آن بهره‌وری سرمایه کاهش یابد. علاوه بر این، در این دوره سرمایه‌گذاریهای زیادی در صنایع مادر نظیر فولاد، ذوب آهن و ماشین‌سازی انجام شده که به بهره‌برداری نرسیده است و صرفاً موجودی سرمایه را افزایش داده است که نتیجه آن کاهش بهره‌وری سرمایه است.

بهره‌وری انرژی در این دوره، به‌طور متوسط، سالانه ۰/۴٪ کاهش یافته است که این ممکن است در نتیجه گرایش بیشتر به سمت صنایع انرژی‌بر باشد. با توجه به وفور انرژی و پایین بودن قیمت

بخش صنعت و معدن است که هم باعث استفاده بهتر از امکانات سرمایه‌ای موجود شده و هم امکان استفاده از فناوریهای جدید را فراهم کرد. علاوه بر اینها، به علت افزایش هزینه واقعی استفاده از سرمایه، سرمایه‌گذاری در آن دسته از فعالیتهای صنعتی و معدنی صورت گرفته است که از توجیه اقتصادی بالاتری برخوردار بوده‌اند. در نتیجه، بهره‌وری سرمایه ارتقا یافته است.

بهره‌وری انرژی در این دوره به طور متوسط سالانه ۳/۵٪ افزایش یافته است که یکی از دلایل آن ممکن است گرایش به سمت فعالیتهای صنعتی کمتر انرژی‌بر باشد. علاوه بر اینها، استفاده از گاز به جای فرآورده‌های نفتی نیز ممکن است به افزایش بهره‌وری انرژی کمک زیادی کرده باشد (جدول ۱ ملاحظه شود)، یعنی گاز کارایی بیشتری نسبت به فرآورده‌های نفتی دارد.

در مجموع، در دوره بلند مدت ۸۱-۱۳۴۷ بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و انرژی، به ترتیب، ۵/۲٪، ۱٪ و ۰/۳٪ افزایش یافته است و در دهه اخیر (۸۱-۱۳۷۲) این ارقام به ترتیب ۲/۹٪، ۰/۶٪ و ۴٪ بوده است.

گفتنی است که در برنامه چهارم توسعه، میزان رشد بهره‌وری نیروی کار و سرمایه در بخش صنعت و معدن به ترتیب ۵٪ و ۴٪ در نظر گرفته شده است. بنابراین، تحقق رشد بهره‌وری نیروی کار با توجه به روند بلندمدت و روند دهه اخیر سهل الوصول به نظر می‌رسد، ولی تحقق رشد بهره‌وری سرمایه نیازمند تلاشهای بسیار وسیع در عرصه تخصیص منابع و استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای است.

اندازه‌گیری شاخص بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و معدن

برای اندازه‌گیری رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل از تقریب ترنکوویست که در رابطه ۵ ارائه شد

طرحهای سرمایه‌گذاری شده در دوره قبل مربوط می‌شود. بدین معنا که در دوره قبل سرمایه‌گذاریهای زیادی در صنایع مادر انجام شده که، به علت به بهره‌برداری نرسیدن در آن دوره، بهره‌وری سرمایه کاهش یافته است، ولی در دوره بعد از انقلاب اسلامی، با بهره‌برداری از این طرحها، ارزش افزوده افزایش یافته و بهره‌وری سرمایه را افزایش داده است.

بهره‌وری انرژی در این دوره، به طور متوسط، سالانه ۳/۴٪ کاهش یافته است که روند نزولی آن نسبت به دوره قبل تشدید شده است. علت اصلی آن احتمالاً به بهره‌برداری رسیدن صنایع انرژی‌بر سرمایه‌گذاری شده در دوره قبل است. البته، پایین بودن قیمت نسبی انرژی نیز ممکن است به کاهش بهره‌وری انرژی کمک کرده باشد.

در دوره سوم (۸۱-۱۳۶۸)، بهره‌وری نیروی کار به‌طور متوسط سالانه ۳/۶٪ افزایش یافته است که افزایش بیشتر آن نسبت به دوره قبل به علت پایان جنگ تحمیلی و بازسازی واحدهای خسارت دیده است. در این دوره، سرمایه‌سرانه، به‌طور متوسط، سالانه ۸٪ افزایش یافته است و بخشی از رشد بهره‌وری نیروی کار را تأمین کرده است. علاوه بر این، افزایش سرمایه‌انسانی و پیشرفت فناوری نیز به افزایش بهره‌وری نیروی کار کمک کرده است. مثلاً، سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی در بخش صنعت و معدن از ۳/۲۵٪ در سال ۱۳۶۷ به ۵/۹۲٪ در سال ۱۳۸۱ افزایش یافته است که حاکی از به کارگیری بیشتر سرمایه‌انسانی و استفاده از فناوریهای جدید در بخش صنعت و معدن است. بالاخره، به علت برطرف شدن مشکلات مربوط به جنگ تحمیلی، از ظرفیتهای تولیدی استفاده بیشتری شده که نتیجه آن افزایش بهره‌وری نیروی کار است. بهره‌وری سرمایه در این دوره، به طور متوسط، سالانه ۱/۶٪ افزایش یافته است که یکی از دلایل آن استفاده بیشتر از ظرفیتهای بیکار ماشین‌آلات و تجهیزات و ارتقای سطح سرمایه‌انسانی کارکنان

علت افزایش بهره‌وری سرمایه بوده است. در این دوره، افزایش سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی از کل اشتغال بخش صنعت و معدن همچنان ادامه داشته و یکی از علتهای افزایش بهره‌وری کل عوامل بوده است. در دوره مذکور، تمامی افزایش تولید از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید حاصل شده است.

در دوره سوم (۸۱-۱۳۶۸)، متوسط میزان رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل ۲/۹٪ بوده و سهم آن در تأمین رشد تولید حدود ۳۵/۹٪ بوده است. رشد بهره‌وری کل عوامل در این دوره ناشی از ارتقای بهره‌وری نیروی کار و سرمایه بوده است و سهم اشتغال کارکنان علمی، فنی و تخصصی همچنان روندی افزایش داشته است و یکی از منابع تأمین رشد بهره‌وری کل عوامل است.

در مجموع، در دوره بلندمدت ۸۱-۱۳۴۷، بهره‌وری کل عوامل، به طور متوسط، سالانه ۲/۵٪ افزایش یافته و سهم آن در تأمین رشد تولید بخش صنعت و معدن ۳۲/۴٪ بوده است، در حالی که در دهه اخیر (۸۱-۱۳۷۲) این ارقام به ترتیب ۱/۹٪ و ۲۹/۹٪ بوده است. گفتنی است که، در برنامه چهارم توسعه، میزان رشد بهره‌وری کل عوامل، سالانه، ۴/۴٪ و سهم آن در تأمین رشد تولید حدود ۳۹/۱٪ در نظر گرفته شده است، که با توجه به تجربه گذشته می‌توان باتلاش بیشتر به آن دست یافت.

تحلیل عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و معدن

همان طوری که در قسمتهای قبل مطرح شد بهره‌وری کل عوامل (TFP) برآیند بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است و میزان رشد آن براساس فرضهای معین با میانگین وزنی میزانهای رشد بهره‌وری نیروی کار و

استفاده می‌کنیم. همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد، اگر تابع تولید همگن و به شکل ترنزلاگ باشد، این تقریب دقیق خواهد بود. با توجه به اینکه تابع ترنزلاگ نسبت به تابع کاب - داگلاس انعطاف‌پذیرتر است و فرضهای آن کمتر محدود کننده است، استفاده از تقریب ترنکوویست نسبت به سایر تقریبهای مطرح شده نتایج دقیق‌تر به بار می‌آورد (امینی، ۱۳۷۳). برای محاسبه ارقام مطلق شاخص بهره‌وری کل عوامل، مقدار شاخص را در سال پایه (۱۳۴۶) برابر ۱۰۰ در نظر می‌گیریم و، با استفاده از میزانهای رشد بهره‌وری کل عوامل محاسبه شده، مقادیر شاخص را در سالهای بعد به دست می‌آوریم که نتایج محاسبات در جدول ۳ ارائه شده است. جدول ۴ متوسط میزان رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل را در دوره‌های مختلف نشان می‌دهد.

در دوره اول (۵۶-۱۳۴۷) متوسط میزان رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل حدود ۱/۸٪ بوده است و سهم آن در تأمین رشد تولید ۱۲/۸٪. همان‌گونه که پیشتر گفتیم، در این دوره فقط بهره‌وری نیروی کار روندی افزایشی داشته است و، نتیجتاً، افزایش بهره‌وری کل عوامل به علت افزایش بهره‌وری نیروی کار بوده است. جالب آنکه در دوره مذکور سهم نیروی کار از تولید روندی افزایشی داشته و این امر اثر رشد بهره‌وری نیروی کار در بهره‌وری کل عوامل را تقویت کرده است. علاوه بر این، افزایش سهم کارکنان علمی - فنی و تخصصی در کل اشتغال بخش صنعت و معدن و افزایش درجه باز بودن اقتصاد به ارتقای بهره‌وری کل عوامل این بخش کمک کرده است.

در دوره دوم (۶۷-۱۳۵۸)، متوسط میزان رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل حدود ۲/۷٪ بوده است که نسبت به دوره قبل بیشتر شده است. این افزایش، هم به واسطه افزایش بهره‌وری نیروی کار و هم به

بالمقوه $\left(\frac{Y}{Y_p}\right)$ ، نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال $\left(\frac{L_s}{L}\right)$ و مقدار با وقفه بهره‌وری کل عوامل (TFP_{t-1}) بستگی دارد و شکل قابل برآورد آن به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Log}(TFP_t) = & c_1 + c_2 \cdot \text{Log}(TFP_{t-1}) + c_3 \cdot \text{Log}(w_t) + c_4 \cdot \text{Log}(r_t) + c_5 \cdot \text{Log}\left(\frac{K_t}{L_t}\right) \\ & + c_6 \cdot \left(\frac{L_{s,t}}{L_t}\right) + c_7 \cdot \text{Log}\left(\frac{Y_t}{Y_{p,t}}\right) \end{aligned} \quad (20)$$

سرمایه، کارفرما می‌کوشد به بهترین شکل از امکانات سرمایه‌ای موجود استفاده کند. علامت ضریب c_5 از قبل معلوم نیست، زیرا افزایش سرمایه سرانه به افزایش بهره‌وری نیروی کار و کاهش بهره‌وری سرمایه منجر می‌شود و بسته به اینکه کدام اثر قویتر باشد، ضریب c_5 ممکن است مثبت یا منفی باشد. ضریب c_6 انتظار می‌رود که مثبت باشد، یعنی، هر چه نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال بیشتر باشد، بدین معنی است که از فناوریهای نو، که نیاز به نیروی متخصص دارد، استفاده بیشتری می‌شود. پیشرفت فناوری نیز به افزایش بهره‌وری سرمایه و نیروی کار می‌انجامد، یعنی برای تولید هر واحد محصول به نیروی کار و سرمایه کمتری نیاز خواهد بود. ضریب c_7 مطابق انتظار نظری باید مثبت باشد، یعنی هر چه نسبت تولید بالفعل به تولید بالمقوه بیشتر شود، به معنی آن است که ظرفیت بیکار تولید کمتر و به ازای نیروی کار و سرمایه موجود محصول بیشتری تولید می‌شود، که به معنی افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید است.

قبل از برآورد الگو، لازم است که ابتدا آزمونهای ریشه واحد را انجام دهیم. براساس نتایج آزمون

سرمایه برابر است. بنابراین، بهره‌وری کل عوامل متأثر از عوامل مؤثر در بهره‌وری نیروی کار و سرمایه تأثیر می‌پذیرد. در این مطالعه، فرض می‌شود که بهره‌وری کل عوامل به دستمزدهای واقعی (w) ، هزینه‌های واقعی استفاده از هر واحد سرمایه (r) ، سرمایه سرانه $\left(\frac{K}{L}\right)$ ، نسبت تولید بالفعل به تولید

در رابطه بالا، انتظار می‌رود که ضریب متغیر وابسته با وقفه بین صفر و یک قرار داشته باشد و $c_2 - 1$ برابر ضریب تعدیل و بیانگر این موضوع است که شکاف بین سطح مطلوب و واقعی بهره‌وری کل عوامل با چه سرعتی پر می‌شود و $\frac{1}{c_2}$ نشان‌دهنده آن است که بعد از چند سال این شکاف برطرف می‌گردد. به عبارت دیگر، الگوی معرفی شده در بالا یک الگوی پویاست و حرکت به سمت سطوح مطلوب به تدریج صورت می‌گیرد. ضریب c_3 مطابق انتظار نظری باید مثبت باشد یعنی، با افزایش دستمزدهای واقعی، انگیزه نیروی کار در کار بیشتر و بهتر افزایش می‌یابد، یعنی هم بر جدیت نیروی کار افزوده می‌شود و هم از سایر عوامل تولید نظیر ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده بهتری می‌شود و افزون بر آن، انگیزه نیروی کار برای ارتقای سطح آموزش، مهارت و سلامتی نیز افزایش می‌یابد. ضریب c_4 نیز انتظار می‌رود که تأثیر مثبت در بهره‌وری کل عوامل داشته باشد، زیرا با افزایش هزینه واقعی استفاده از سرمایه، سرمایه‌گذاران بیشتر در طرحهایی صورت می‌گیرد که از بازدهی بیشتری برخوردارند و به علت افزایش هزینه فرصت

امکان استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) وجود دارد و نتایج از نظر آماری اعتبار لازم را خواهند داشت. نتایج حاصل از برآورد الگو برای دوره ۸۱-۱۳۴۶ به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} \log(TFP_t) = & 1/38 + 0/67 \log(TFP_{t-1}) + 0/23 \log(w) + 0/20 \log(r) - 0/35 \log\left(\frac{K}{L}\right) \\ & + 0/04 \left(\frac{L_s}{L}\right) + 0/01 \left(\frac{Y}{Y_p}\right) + 0/12 DW - 0/93 MA(2) \end{aligned} \quad (21)$$

(۱/۵۰) (۱۰/۹۸) (۱/۷۷) (۱/۸۴) (-۲/۰۵)

(۲/۵۲) (۳/۶۴) (۶/۸۳) (-۱۵/۹۱)

$$\bar{R}^2 = 0/98, DW = 1/75, n = 35$$

آن، سوق دادن کارفرمایان به استفاده از فناوریهای سرمایه‌بر منطقی نیست. ضریب تعدیل برابر ۰/۳۳ است، یعنی حدود سه سال طول می‌کشد تا کارفرمایان بتوانند شکاف موجود بین سطح مطلوب و واقعی بهره‌وری کل عوامل را پر کنند. طولانی بودن فرایند تعدیل به دو علت است. اول آنکه قانون کار اجازه نمی‌دهد تا کارفرمایان به آسانی نیروی کار اضافی را اخراج کنند و در زمان افزایش نیز برای جستجوی نیروی کار جدید و آموزش آنها به زمان نیاز است و این مشکل برای نیروی متخصص بیشتر است. در مورد سرمایه نیز به محض اینکه ماشین آلات و تجهیزات نصب شد به آسانی نمی‌توان مقدار آن را کاهش یا افزایش داد و با محدودیتهایی مواجهیم. دستمزدهای واقعی و هزینه واقعی استفاده از سرمایه در بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت دارند. افزایش نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال نیز در بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت دارد. به عبارت دیگر، پیشرفت فنی در بهره‌وری تأثیر مثبت دارد و مهیا کردن

ریشه واحد به روش دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و فلیپس و پرون (PP)، تمامی متغیرهای معرفی شده در مدل در سطح معنی دار ۰/۵ ریشه واحد دارند، یعنی $I(1)$ اند. در چنین شرایطی، اگر پسماندهای مدل دارای ریشه واحد نباشند (یعنی $I(0)$ باشند)،

در رابطه با DW متغیر مجازی مربوط به سالهای جنگ تحمیلی است و خود همبستگی پیاپی مدل با استفاده از تست LM بریوش - گادفری آزمون شده است و با استفاده از فرایند میانگین متحرک مرتبه دوم مشکل خود همبستگی رفع شده است. براساس آزمون ریشه واحد، پسماندهای مدل $I(0)$ است. بدین ترتیب، معادله تخمین زده شده دارای اعتبار است. علائم تمامی ضرایب مطابق انتظار نظری است و در سطح کمتر از ۱۰٪ معنی دارند (به استثنای ضریب عرض از مبدا). منفی بودن ضریب سرمایه سرانه بدین معنی است که اثر سرمایه سرانه در بهره‌وری سرمایه قویتر از اثر آن در بهره‌وری نیروی کار است و گرایش به سمت فناوریها و فعالیتهای سرمایه‌بر به ارتقای بهره‌وری کل عوامل کمکی نمی‌کند. با توجه به اینکه مشکل بیکاری در کشور به شکل جدی وجود دارد، هم از نظر بهره‌وری و هم از نظر اشتغالزایی به نفع کشور نیست که گرایش به سمت فناوریها و فعالیتهای سرمایه‌بر باشد. با توجه به وفور نیروی کار و ارزانی

به ارتقای کیفیت محصول منتهی شود، تقاضا برای محصولات تولیدی افزایش می‌یابد و فاصله بین تولید بالفعل و بالقوه کمتر می‌شود. گفتنی است که یکی از محورهای دیگر برنامه چهارم توسعه، تعامل فعال با اقتصاد جهانی است که، در صورت تحقق آن، تقاضا برای محصولات تولیدی بنگاههای داخلی (با فرض دارا بودن سطح کیفیت مناسب و قیمت تمام شده قابل رقابت با بنگاههای خارجی) و نیز بهره‌وری کل عوامل افزایش می‌یابد.

سرانجام، در الگوی برآورد شده، متغیر مجازی DW برای سالهای جنگ تحمیلی (۶۷-۱۳۵۹) در نظر گرفته شده است که بیانگر اثر مثبت جنگ تحمیلی در بهره‌وری است، یعنی در شرایط جنگ به علت تخریب برخی از صنایع، صنایع باقیمانده مجبورند از ظرفیتهای خود بیشتر استفاده کنند و این به ارتقای بهره‌وری کل عوامل می‌انجامد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه روند تغییرات شاخصهای بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و انرژی در بخش صنعت و معدن طی سالهای ۸۱-۱۳۴۶ بررسی شد. در دوره بلندمدت ۸۱-۱۳۴۷، شاخصهای بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و انرژی، به ترتیب، به طور متوسط، سالانه ۰/۲٪، ۱٪ و ۰/۳٪ افزایش یافته است، در حالی که ارقام مذکور در دهه اخیر (۸۱-۱۳۷۲) به ترتیب ۲/۹٪، ۰/۶٪ و ۴٪ بوده است. بنابراین، در دهه اخیر بهره‌وری نیروی کار و سرمایه نسبت به روند بلندمدت میزان رشد کمتری داشته است. حال آنکه بهره‌وری انرژی میزان رشد بیشتری داشته، که احتمالاً به دلیل استفاده از گاز به جای فرآورده‌های نفتی در انرژی مصرفی بخش صنعت بوده است. علاوه بر این، ممکن است سهم فعالیتهای صنعتی و معدنی کمتر انرژی‌بر در کل ارزش افزوده بخش

شرایط رقابت بیشتر باعث تشویق کارفرمایان به استخدام نیروی متخصص و به کارگیری فناوریهای جدید در بخش صنعت و معدن می‌شود. مثلاً، اگر درجه باز بودن اقتصاد افزایش یابد و میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشور بیشتر شود، کارفرمایان، در محیط رقابتی‌تری قرار می‌گیرند و برای بقا در بازار مجبورند روشهای تولید و مدیریت خود را تغییر دهند و از روشهای علمی و نو استفاده کنند. پس به دنبال جذب نیروی متخصص خواهند رفت که با این سیاست مشکل بیکاری فارغ التحصیلان دانشگاهها کاهش خواهد یافت (امینی، ۱۳۸۳ ب).

جالب آنکه، براساس نتایج طرح آمارگیری از ویژگیهای اشتغال و بیکاری خانوار در آبان ماه سال ۱۳۸۲، میزان بیکاری فارغ التحصیلان دانشگاهها حدود ۱۳/۳٪ بوده است که نسبت به میانگین میانگین بیکاری کشور حدود ۱/۵٪ بالاتر است. همان‌طور که می‌دانیم یکی از محورهای برنامه چهارم توسعه، رقابت‌پذیری اقتصادی و توسعه مبتنی بر دانایی است که برای تحقق آن باید شرایط جذب نیروی متخصص در بخش صنعت و معدن را فراهم آورد.

براساس نتایج به دست آمده از الگو، هر چه نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه بیشتر باشد، بهره‌وری کل عوامل بیشتر خواهد بود، زیرا ظرفیت بیکار تولید کمتر خواهد شد و، به ازای نیروی کار و سرمایه موجود، تولید بیشتر به دست خواهد آمد. بنابراین، سیاستهایی که به افزایش تقاضای مؤثر در بازار منجر می‌شوند (نظیر سیاستهای تشویق صادرات و اعطای یارانه به فعالیتهای تحقیق و توسعه) به افزایش بهره‌وری کل عوامل کمک خواهند کرد. مثلاً، اگر در نتیجه تحقیقات بیشتر در بنگاهها، روشهای تولید به گونه‌ای اصلاح شوند یا از نهادهایی استفاده شود که

سرمایه سرانه تأثیر منفی دارد. ضریب تعدیل برابر $0/۳۳$ و سرعت تعدیل برابر ۳ سال است، یعنی حدود سه سال طول می‌کشد تا کارفرمایان شکاف بین سطح مطلوب و واقعی بهره‌وری را پر کنند. طولانی بودن فرایند تعدیل به دلیل انعطاف‌ناپذیری بازار کار و محدودیتهای مربوط به تعدیل سرمایه است.

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می‌توان پیشنهادهای زیر را در جهت ارتقای بهره‌وری کل عوامل ارائه نمود:

۱- افزایش دستمزدهای واقعی، به منظور افزایش انگیزه نیروی کار در کار بیشتر و بهتر و استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای و ارتقای سطح دانش، مهارت و توانایی جسمانی (سطح سلامتی)

۲- افزایش هزینه‌های واقعی استفاده از سرمایه، به منظور استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای موجود و تخصیص بهینه منابع به طرحهای دارای توجیه اقتصادی بیشتر

۳- افزایش نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال در راستای توسعه مبتنی بر دانایی و استفاده از فناوریهای جدید و کارا

۴- کاهش فاصله بین تولید بالفعل و بالقوه از طرق زیر:

الف) کمک دولت به واحدهای تحقیق و توسعه بنگاههای صنعتی و معدنی در جهت کاهش قیمت تمام شده و ارتقای سطح کیفی محصولات

ب) به روز کردن دانش مدیران در جهت ترکیب بهتر منابع و دستیابی به تولید بیشتر با قیمت تمام شده کمتر و کیفیت بالاتر

ج) کمک دولت به نوسازی صنایع فرسوده در قالب پرداخت تسهیلات بانکی ارزان قیمت و امکان تعدیل نیروی کار مازاد

د) توجه به تکمیل زنجیره‌های تولید، با نگاه توسعه

صنعت و معدن افزایش یافته باشد. در دوره بررسی شده، سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی از کل اشتغال بخش صنعت و معدن روندی افزایشی داشته است که بیانگر پیشرفت فناوری در این بخش است. گفتنی است که، در برنامه چهارم توسعه، میزان رشد بهره‌وری نیروی کار و سرمایه، به ترتیب، $۵/۰\%$ و $۴/۰\%$ در نظر گرفته شده است. تحقق هدف تعیین شده برای بهره‌وری نیروی کار سهل‌الوصول به نظر می‌رسد، ولی تحقق بهره‌وری سرمایه مشکل به نظر می‌رسد و نیازمند تلاشهای بسیار وسیع در زمینه تخصیص بهینه منابع و استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای موجود است. البته، با توجه به سیاستهای تدوین شده در برنامه چهارم توسعه و در صورت اجرای آنها، می‌توان خوشبین بود که اهداف تعیین شده برای رشد بهره‌وری سرمایه تحقق یابد.

در ادامه بحث، شاخص بهره‌وری کل عوامل در دوره ۸۱-۱۳۴۶ محاسبه و سهم رشد بهره‌وری در رشد تولید بخش صنعت و معدن برآورد شده است. در دوره بلند مدت ۸۱-۱۳۴۷، بهره‌وری کل عوامل، به طور متوسط، سالانه $۲/۵\%$ افزایش یافته و حدود $۴/۳۲\%$ رشد تولید این بخش را تأمین کرده است حال آنکه در دهه اخیر این ارقام به ترتیب $۱/۹\%$ و $۹/۲۹\%$ بوده است. جالب است که، در برنامه چهارم توسعه، میزان رشد بهره‌وری کل عوامل $۴/۴\%$ ، و سهم آن در رشد تولید حدود $۱/۳۹\%$ در نظر گرفته شده است که، با توجه به تجربه گذشته، می‌توان با تلاش بیشتر به آن دست یافت.

در خاتمه، عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل معرفی و تحلیل شد. براساس نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، دستمزدهای واقعی، هزینه‌های واقعی استفاده از سرمایه، نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال و نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه در بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت و

برنامه‌ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان، مرداد ماه ۱۳۸۳ الف؛
 ———، «بررسی سیاست‌های کاهش بیکاری فارغ التحصیلان
 دانشگاهها در برنامه چهارم توسعه»، سازمان مدیریت و
 برنامه‌ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان، آذر ماه ۱۳۸۳ ب؛
 امینی، علیرضا و کامبیز هژبرکیانی، «شاخص دیویژیا و کاربرد آن
 در تابع تولید»، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، پاییز ۱۳۷۵؛
 امینی، علیرضا، صفاری پور، مسعود و مجید نهاوندی، «برآورد
 آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخشهای
 اقتصادی ایران»، مجله برنامه و بودجه شماره ۳۱ و ۳۲، آبان و
 آذر ۱۳۷۷؛

امینی، علیرضا، حاجی‌محمد نشاط و محمدرضا اصلاحچی،
 «برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک
 بخشهای اقتصادی در دوره ۷۹-۱۳۳۵»، سازمان مدیریت و
 برنامه‌ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان، آبان ماه ۱۳۸۳؛
 امینی، علیرضا و حاجی محمد نشاط، «برآورد آمارهای سری
 زمانی موجودی سرمایه به تفکیک بخشهای اقتصادی در دوره
 زمانی ۷۹-۱۳۳۸»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر
 اقتصاد کلان، آبان ماه ۱۳۸۳؛

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حسابهای ملی ایران در
 سالهای مختلف، اداره حسابهای اقتصادی؛
 خالصی، امیر، «ارزیابی سهم عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل و ارایه
 پیشنهاد برای ارتقای آن در اقتصاد کشور»، سازمان مدیریت و
 برنامه‌ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان، دی‌ماه ۱۳۸۳؛
 سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، قانون برنامه چهارم توسعه،
 آبان ماه ۱۳۸۳؛

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، پیش نویس سند فرابخشی
 توسعه اشتغال و کاهش بیکاری، دفتر اقتصاد کلان، دی ماه ۱۳۸۳
 ؛
 مرکز آمار ایران، طرحهای آمارگیری از ویژگیهای اشتغال و بیکاری
 خانوار در سالهای ۸۲-۱۳۸۰؛

—————، سالنامه آماری سالهای مختلف؛
 —————، سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن در سالهای ۱۳۴۵
 ، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵؛

—————، آمارگیری جاری جمعیت ۱۳۷۰، نتایج تفصیلی کل
 کشور؛

—————، طرح آمارگیری از کارگاههای صنعتی کشور، نتایج
 آمارگیری از کارگاههای صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در

صادرات (نظیر توسعه صنایع بسته بندی)
 ه) تعامل فعال با اقتصادجهانی
 و) اصلاح سیاستهای تجارت خارجی در راستای حذف
 قاچاق کالا (واردات و صادرات غیرقانونی) و
 گسترش شرایط رقابت‌پذیری اقتصاد
 ز) کمک دولت به بازاریابی خارجی و ایجاد نهادهای
 لازم در این خصوص
 ح) حمایت از منافع صادرکنندگان ایرانی در روابط
 خارجی با کشورهای طرف مبادله
 ۵- افزایش بهره‌وری انرژی از طریق افزایش قیمت
 نسبی انرژی و جایگزینی سوختهای ارزانتر و
 کاراتر (نظیر گاز) و توسعه صنایع کمتر انرژی‌بر
 ۶- اصلاح قوانین و مقررات ناظر بر بازار کار در
 جهت ایجاد انعطاف‌پذیری بیشتر

منابع

امینی، علیرضا، تعیین مقدار بهینه استفاده از کود شیمیایی در
 کشت محصول گندم آبی در هر یک از استانهای کشور،
 پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی تهران، دانشکده
 علوم اقتصادی و سیاسی، شهریور ماه ۱۳۷۳؛
 امینی، علیرضا، اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر
 بهره‌وری در بخشهای غیرنفتی اقتصاد ایران و چشم‌انداز آن در
 برنامه سوم توسعه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر
 اقتصاد کلان، فروردین ماه ۱۳۷۹؛
 —————، «پروژه مطالعاتی اندازه‌گیری بهره‌وری و تجزیه و تحلیل
 عوامل مؤثر بر آن در کارگاههای بزرگ صنعتی استان هرمزگان و
 مقایسه با کل کشور»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان
 هرمزگان، آبان ماه ۱۳۷۹؛
 —————، اندازه‌گیری و تحلیل نقش رشد بهره‌وری در رشد تولید
 بخش حمل و نقل در برنامه سوم توسعه، وزارت راه و ترابری،
 کمیته پیشبرد بهره‌وری، تیرماه ۱۳۸۲؛
 —————، «بررسی رابطه بهره‌وری و اشتغال در بخش حمل و
 نقل»، وزارت راه و ترابری، کمیته پیشبرد بهره‌وری، دی ماه
 ۱۳۸۲؛
 —————، «بهره‌وری در برنامه چهارم توسعه»، سازمان مدیریت و

Asian Productivity Organization (APO), "*Measuring Total Factor Productivity*", Tokyo, 2001, PP. 2-5;

—— (APO), "*Total Factor Productivity Growth*", Tokyo, 2004, PP. 25-29;

Bitors, G.C. & Panas, E., "*Is there An Inflation – Productivity Trade-off? Some Evidence From the Manufacturing Sector in Greece*", Applied Economics, Vol., 33 (2001), PP. 1961-1969;

Diewert, W. E., "*Exact and Superlative Index Numbers*", Journal of Econometrics, Vol., 4 (1976);

Griliches, Z., "*Capital – Skill Complementarity*", Review of Economics and Statistics, Vol., 51, PP. 405-468(1999);

Hsieh, C. T., "*Productivity Growth and Factor Prices in East Asia*," American Economic Review, Vol., 89 (1999), No.2, PP. 133-138;

بازار کار در برنامه چهارم توسعه، سازمان مدیریت و برنامه ریزی

کشور، دفتر اقتصاد کلان، آبان ماه ۱۳۷۹؛

نوفستی، محمد، "ریشه واحد و همجسمی در اقتصاد سنجی"، موسسه

خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول، ۱۳۷۸؛

وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰؛

Miller, S. M. & Upadhyay, M. P., "*The Effects of Openness, Trade Orientation, and Human Capital on Total Factor Productivity*", Journal of Development Economics, Vol., 63 (2000), Issue 2;

Weber, W.L., & Domazlicky, B. R., "*Total Factor Productivity Growth in Manufacturing: A Regional Approach Using Linear Programming*," Region Science and Urban Economics, Vol. 29 (1999), PP.105-122. ■



جدول ۱: آمارهای مجموعه زمانی متغیرهای مربوط به بهره‌وری در بخش صنعت و معدن در سالهای ۱۳۸۱-۱۳۴۶

سال	ارزش افزوده به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	موجودی سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	اشتغال (نفر)	انرژی مصرفی (میلیون بشکه معادل نفت خام)				سهم عامل کار از تولید (درصد)	سهم عامل سرمایه از تولید (درصد)	نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه (درصد)	سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی از کل اشتغال (درصد)	هزینه استفاده از هر واحد سرمایه (نرخ بازده ناخالص سرمایه)	جبران خدمات سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (هزار ریال به نفر)	سرمایه سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (هزار ریال به نفر)
				نفتی	کاز طبیعی	برق	جمع							
۱۳۴۶	۴۵۶۱.۸	۱۴۸۱۶.۷	۱۳۰۸۲۵۰	۱۱.۴	۰.۲	۱.۵	۱۳	۳۴.۲	۶۵.۸	۳۹.۸	۰.۸	۴۴۰۵۶۸۴	۱۱۳۲۵.۶	
۱۳۴۷	۵۲۱۵.۷	۱۷۱۲۲.۰	۱۳۳۵۳۴۵	۱۲.۹	۰.۳	۱.۶	۱۵	۳۰.۵	۶۵.۸	۴۳.۷	۰.۹	۴۳۷۴۶۱۰	۱۲۸۲۲.۱	
۱۳۴۸	۵۸۱۰.۶	۱۹۸۲۱.۵	۱۳۵۶۲۳۶	۱۴	۰.۴	۱.۸	۱۶	۳۱.۷	۶۸.۳	۴۶.۷	۱.۰	۵۰۰۳۴۳۷	۱۴۶۱۵.۱	
۱۳۴۹	۶۳۶۲.۸	۲۳۰۳۶.۶	۱۳۷۳۷۰۰	۱۵.۱	۰.۵	۲.۲	۱۸	۲۹.۷	۷۰.۳	۴۹.۱	۱.۱	۵۰۱۷۲۹۷	۱۶۷۶۹.۸	
۱۳۵۰	۷۳۶۴.۰	۲۶۶۷۸.۶	۱۴۰۹۵۳۶	۱۶.۸	۰.۶	۲.۷	۲۰	۲۸.۷	۷۱.۳	۵۴.۵	۱.۲	۵۴۷۰۴۴۱	۱۸۹۲۷.۲	
۱۳۵۱	۸۶۲۳.۷	۳۰۳۸۷.۵	۱۴۵۲۶۲۴	۱۸.۱	۱.۶	۳.۲	۲۳	۲۶.۱	۷۳.۹	۶۱.۲	۱.۳	۶۵۸۳۷۲۹	۲۰۹۱۹.۱	
۱۳۵۲	۱۰۱۸۴.۲	۳۵۲۹۷.۲	۱۴۹۳۷۶۰	۲۰.۴	۳.۷	۴	۲۸	۳۵.۴	۶۴.۶	۶۹.۳	۱.۵	۶۴۰۶۰۳۰	۲۳۶۳۱.۲	
۱۳۵۳	۱۱۸۰۱.۹	۴۱۱۶۶.۹	۱۵۱۲۴۷۴	۲۳.۳	۴.۵	۴.۶	۳۲	۴۲.۰	۵۸.۰	۷۶.۹	۱.۷	۸۵۴۸۲۳۶	۲۷۲۱۸.۲	
۱۳۵۴	۱۲۸۴۴.۲	۵۲۷۵۸.۴	۱۵۲۷۱۳۸	۲۶.۴	۵.۳	۴.۸	۳۷	۴۵.۰	۵۵.۰	۸۰.۱	۱.۹	۹۱۴۵۶۵۴	۳۵۲۰۲.۱	
۱۳۵۵	۱۶۶۷۲.۹	۷۰۴۶۳.۴	۱۷۰۶۲۷۴	۳۰.۳	۶.۹	۵.۱	۴۲	۴۹.۹	۵۰.۱	۹۹.۵	۲.۱	۱۰۶۹۳۴۲۱	۴۱۲۹۱.۸	
۱۳۵۶	۱۷۵۱۳.۷	۸۱۷۶۸.۹	۱۶۸۵۵۹۸	۳۶.۳	۶.۱	۵.۴	۴۸	۵۱.۴	۴۸.۶	۱۰۰.۰	۲.۲	۱۰۸۴۱۶۴۱	۴۸۵۱.۳	
۱۳۵۷	۱۵۷۰۸.۶	۸۷۱۵۵.۳	۱۶۶۰۷۵۸	۳۶.۲	۳	۴.۹	۴۴	۵۰.۵	۴۹.۵	۸۵.۷	۲.۳	۱۱۰۵۵۵۶۳	۵۲۴۷۹.۲	
۱۳۵۸	۱۳۷۳۰.۶	۸۷۸۰۸.۱	۱۵۹۱۱۸۸	۳۸.۲	۱.۴	۵.۱	۴۵	۵۰.۳	۴۹.۷	۷۱.۵	۲.۳	۲۲۲۹۶۷۳۹	۵۵۱۸۴.۰	
۱۳۵۹	۱۵۲۶۰.۸	۸۶۰۰۹.۸	۱۵۶۳۰۱۶	۴۱.۱	۳.۳	۵	۴۹	۵۳.۶	۴۶.۴	۷۶.۴	۲.۴	۲۰۴۷۸۷۵۸	۵۵۰۲۸.۱	
۱۳۶۰	۱۶۵۵۷.۳	۸۳۰۷۴.۶	۱۵۴۸۱۲۳	۴۴.۳	۵.۸	۵.۲	۵۵	۵۵.۵	۴۴.۵	۷۸.۵	۲.۵	۱۸۲۵۱۷۳۶	۵۲۶۶۱.۵	
۱۳۶۱	۱۶۰۰۴.۰	۷۶۶۶۰.۲	۱۵۳۸۱۷۷	۴۷.۷	۹.۶	۵.۳	۶۳	۵۶.۷	۴۳.۳	۷۲.۳	۲.۶	۱۴۶۴۷۷۸۹	۴۹۸۳۸.۳	
۱۳۶۲	۱۷۸۰۰.۵	۷۲۹۰۲.۶	۱۵۱۷۳۰۱	۵۴.۸	۱۰	۶.۱	۷۱	۵۷.۲	۴۲.۸	۷۶.۹	۲.۸	۱۶۱۸۹۲۴۶	۴۸۰۴۷.۶	
۱۳۶۳	۱۹۹۹۷.۰	۷۳۹۱۸.۸	۱۴۹۹۰۷۵	۵۹	۱۱.۱	۶.۶	۷۷	۵۷.۷	۴۲.۳	۸۱.۸	۲.۹	۱۷۰۷۵۵۱۸	۴۹۳۰۹.۶	
۱۳۶۴	۱۹۵۶۲.۱	۶۹۹۴۶.۸	۱۴۷۳۲۵۱	۶۳.۱	۹.۴	۶.۷	۷۹	۵۷.۶	۴۲.۴	۷۶.۱	۳.۰	۱۸۱۵۱۰۷۴	۴۷۴۷۷.۹	
۱۳۶۵	۱۸۲۵۱.۴	۶۳۳۲۱.۰	۱۴۷۱۵۸۵	۵۹.۱	۷.۵	۶.۷	۷۳	۵۷.۹	۴۲.۱	۶۷.۵	۳.۱	۱۶۴۵۳۲۶۱	۴۲۳۴۹.۶	
۱۳۶۶	۲۰۲۲۷.۱	۶۰۲۹۳.۷	۱۵۸۱۰۲۵	۶۲.۵	۱۵.۵	۶.۲	۸۴	۵۸.۹	۴۱.۱	۷۱.۰	۳.۲	۱۳۳۳۴۱۶۹	۳۸۱۳۵.۹	
۱۳۶۷	۲۰۴۹۶.۸	۵۹۲۸۲.۱	۱۶۶۸۰۳۶	۶۲.۴	۱۵.۵	۶.۲	۸۴	۶۰.۰	۴۰.۰	۶۸.۲	۳.۲	۱۲۷۵۲۰۱۷	۳۵۵۴۰.۰	
۱۳۶۸	۲۱۱۹۰.۳	۶۰۹۲۴.۳	۱۷۴۲۴۷۲	۶۵.۱	۲۸.۲	۷.۵	۱۰۱	۶۰.۰	۴۰.۰	۶۶.۹	۳.۳	۱۲۶۷۴۹۹۶	۳۴۹۶۴.۳	
۱۳۶۹	۲۷۱۶۵.۵	۶۳۹۲۲.۱	۱۹۳۳۳۰۱	۶۶.۵	۳۵	۸.۷	۱۱۰	۵۹.۷	۴۰.۳	۸۱.۲	۳.۴	۱۰۴۶۳۸۹۳	۳۳۰۶۳.۷	

ادامه جدول ۱: آمارهای مجموعه زمانی متغیرهای مربوط به بهره وری در بخش صنعت و معدن

در سالهای ۱۳۸۱-۱۳۴۶

سال	ارزش افزوده به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	موجودی سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	اشتغال (نفر)	انرژی مصرفی (میلیون بشکه معادل نفت خام)				سهم کار از تولید (درصد)	سهم عامل سرمایه از تولید (درصد)	نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه (درصد)	سهم کارکنان علمی، فنی و تخصصی از کل اشتغال (درصد)	هزینه استفاده از هر واحد سرمایه (نرخ بازده ناخالص سرمایه)	جبران خدمات سرانه به قیمت ثابت سال	سرمایه سرانه به قیمت ثابت سال (هزار ریال به نفر)
				فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	برق	جمع							
۱۳۷۰	۳۲۹۷۲.۶	۷۲۲۲۲.۸	۲۰۳۹۱۲۳	۷۰.۷	۲۳.۶	۹	۱۲۳	۵۹.۷	۴۰.۳	۹۳.۴	۰.۱۸	۱۲۶۳۸۱۵۳	۲۵۴۱۸.۵	
۱۳۷۱	۳۲۷۵۸.۰	۸۰۲۸۴.۵	۲۱۴۳۲۴۵	۷۲.۳	۴۴	۱۱	۱۲۷	۶۰.۳	۳۹.۷	۸۷.۸	۰.۱۶	۱۲۷۷۱۲۴۱	۳۷۴۵۹.۳	
۱۳۷۲	۳۱۱۴۸.۵	۸۲۷۷۷.۶	۲۲۲۸۲۳۵	۵۹.۳	۵۳.۱	۱۲	۱۲۵	۶۰.۶	۳۹.۴	۷۸.۹	۰.۱۴	۱۲۸۶۳۲۵۵	۳۸۰۲۴.۵	
۱۳۷۳	۳۲۴۰۸.۸	۸۶۲۲۴.۴	۲۳۷۸۸۲۲	۵۶.۳	۵۷.۴	۱۵	۱۲۹	۶۰.۴	۳۹.۶	۷۷.۶	۰.۱۵	۹۹۵۰۵۲۴	۳۶۲۴۶.۷	
۱۳۷۴	۳۲۳۲۷.۸	۸۷۴۴۷.۰	۲۴۵۲۲۱۴	۵۰.۵	۷۲.۱	۱۶	۱۳۸	۵۹.۴	۴۰.۶	۷۳.۱	۰.۱۵	۹۲۷۰۹۳۸	۳۵۶۶۰.۴	
۱۳۷۵	۳۸۱۶۸.۱	۸۹۸۹۰.۸	۲۶۹۳۰۳۱	۵۴.۱	۵۱.۵	۱۷	۱۲۲	۵۸.۶	۴۱.۴	۸۱.۵	۰.۱۸	۹۵۲۲۵۸۰	۳۳۳۷۹.۰	
۱۳۷۶	۴۲۳۵۲.۸	۹۴۳۲۷.۲	۲۸۹۰۰۰۳	۵۶.۴	۵۴.۴	۱۷	۱۲۷	۵۸.۴	۴۱.۶	۸۵.۴	۰.۱۹	۱۱۲۱۲۷۱۵	۳۲۶۳۹.۱	
۱۳۷۷	۴۰۷۲۷.۲	۱۰۳۴۶۱.۰	۲۹۳۰۴۸۲	۵۲.۹	۴۵	۱۷	۱۱۵	۵۷.۹	۴۲.۱	۷۷.۴	۰.۱۷	۱۲۱۹۸۲۱۸	۳۵۳۰۵.۱	
۱۳۷۸	۴۴۱۴۴.۹	۱۱۱۳۳۱.۵	۳۰۲۱۰۷۱	۴۹.۹	۶۲.۵	۱۸	۱۳۱	۵۷.۳	۴۲.۷	۷۹.۱	۰.۱۷	۱۱۹۱۹۴۲۹	۳۶۸۵۱.۷	
۱۳۷۹	۴۸۷۰۹.۲	۱۲۰۳۶۸.۴	۳۱۶۰۵۲۹	۵۰.۷	۸۴.۸	۲۰	۱۵۵	۵۷.۱	۴۲.۹	۸۲.۳	۰.۱۷	۱۲۰۹۶۴۶۲	۳۸۰۸۴.۶	
۱۳۸۰	۵۴۶۲۵.۰	۱۲۸۹۵۸.۱	۲۹۶۱۹۴۸	۵۳.۹	۷۷.۸	۲۱	۱۵۲	۵۶.۲	۴۳.۸	۸۶.۹	۰.۱۹	۱۳۳۲۶۷۱۹	۴۲۵۳۸.۳	
۱۳۸۱	۶۰۶۵۵.۰	۱۳۹۶۹۴.۶	۲۹۷۴۷۲۰	۵۴.۸	۸۹	۲۲	۱۶۶	۵۶.۱	۴۳.۹	۹۰.۹	۰.۱۹	۱۴۴۳۰۵۳۹	۴۶۹۶۰.۶	

جدول ۲: آمارهای صادرات، واردات، تولید ناخالص داخلی و درجه باز بودن اقتصاد براساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ در سالهای ۱۳۴۶-۱۳۸۱

سال	صادرات (میلیارد ریال)	واردات (میلیارد ریال)	تولید ناخالص داخلی به قیمت بازار (میلیارد ریال)	درجه باز بودن اقتصاد (درصد)
۱۳۴۶	۳۸۹۰۳.۴	۱۷۴۵۶.۱	۹۴۰۱۸.۷	۵۹.۹
۱۳۴۷	۴۴۳۸.۶	۲۰۹۷۷.۵	۱۰۵۷۷۲.۹	۶۱.۸
۱۳۴۸	۵۲۵۷۸.۳	۲۳۴۲۱.۵	۱۱۹۴۲۴.۳	۶۳.۶
۱۳۴۹	۵۹۲۵۲.۶	۲۵۲۲۸.۱	۱۳۱۱۷۱.۰	۶۴.۴
۱۳۵۰	۶۹۴۴۹.۲	۳۰۱۴۸.۰	۱۴۸۱۹۶.۰	۶۷.۲
۱۳۵۱	۷۹۴۲۷.۷	۳۵۰۵۸.۸	۱۷۲۲۳۴.۷	۶۶.۴
۱۳۵۲	۸۸۵۴۰.۹	۴۴۵۲۲.۹	۱۸۱۸۷۱.۱	۷۳.۲
۱۳۵۳	۸۶۹۲۰.۷	۷۹۹۹۰.۹	۱۹۸۹۳۹.۰	۸۳.۹
۱۳۵۴	۷۸۰۳۵.۹	۱۲۰۹۰۸.۹	۲۱۰۳۸۵.۶	۹۴.۶
۱۳۵۵	۸۶۵۲۲.۰	۱۱۸۲۲۸.۹	۲۴۷۶۸۸.۸	۸۲.۷
۱۳۵۶	۷۹۷۳۰.۴	۱۳۴۰۰۸.۷	۲۴۴۴۶۷.۳	۸۷.۴
۱۳۵۷	۵۸۰۳۰.۹	۹۳۴۰۱.۷	۲۲۶۱۸۲.۷	۶۷.۰
۱۳۵۸	۴۵۲۱۸.۹	۷۰۴۱۲.۷	۲۱۰۰۶۹.۱	۵۵.۰
۱۳۵۹	۱۵۳۲۷.۲	۷۱۸۲۵.۱	۱۸۲۲۷۷.۷	۴۷.۸
۱۳۶۰	۱۳۶۸۹.۸	۶۸۰۶۸.۱	۱۷۲۸۰۱.۷	۴۷.۳
۱۳۶۱	۲۶۴۶۶.۸	۶۰۷۳۳.۱	۱۹۵۱۹۱.۳	۴۴.۷
۱۳۶۲	۳۲۲۶۰.۳	۸۴۲۶۴.۷	۲۱۹۸۰۱.۴	۵۳.۰
۱۳۶۳	۲۵۶۰۳.۵	۵۷۹۰۸.۵	۲۱۶۳۴۲.۴	۳۸.۶
۱۳۶۴	۲۳۱۸۹.۶	۵۳۸۸۹.۱	۲۲۰۸۱۰.۱	۳۴.۹
۱۳۶۵	۱۹۴۰۷.۱	۴۶۹۱۹.۹	۲۰۰۵۶۰.۱	۳۳.۱
۱۳۶۶	۲۸۳۲۷.۳	۵۱۶۱۲.۵	۱۹۷۷۴۴.۸	۴۰.۴
۱۳۶۷	۳۲۲۹۹.۵	۴۳۹۲۴.۲	۱۸۵۲۸۸.۴	۴۱.۱
۱۳۶۸	۳۴۸۶۶.۰	۵۲۹۹۱.۱	۱۹۶۷۳۵.۵	۴۴.۷
۱۳۶۹	۴۴۲۸۹.۷	۶۹۷۴۳.۲	۲۲۳۶۶۴.۲	۵۱.۰
۱۳۷۰	۵۱۸۷۹.۸	۹۲۸۲۶.۳	۲۵۱۸۳۳.۲	۵۷.۵
۱۳۷۱	۵۳۷۱۷.۲	۸۴۳۷۸.۱	۲۶۲۵۳۸.۸	۵۲.۶
۱۳۷۲	۶۲۰۰۱.۹	۶۷۸۰۸.۹	۲۵۸۴۰۱.۸	۵۰.۲
۱۳۷۳	۶۶۰۰۸.۲	۴۱۳۳۶.۵	۲۵۷۴۹۵.۹	۴۱.۷
۱۳۷۴	۵۲۲۶۵.۶	۴۰۹۵۳.۰	۲۶۴۳۲۶.۵	۳۵.۳
۱۳۷۵	۵۳۵۶۲.۴	۴۷۸۱۶.۲	۲۸۳۰۹۵.۶	۳۵.۸
۱۳۷۶	۵۱۰۰۶.۶	۴۴۷۲۷.۵	۲۹۲۶۷۷.۹	۳۲.۷
۱۳۷۷	۵۶۳۴۵.۰	۴۴۸۸۶.۸	۳۰۰۶۹۹.۰	۳۳.۷
۱۳۷۸	۵۷۵۱۵.۹	۴۲۵۲۰.۹	۳۰۶۵۱۳.۹	۳۲.۶
۱۳۷۹	۵۸۴۷۸.۷	۴۶۰۴۷.۲	۳۲۲۲۷۸.۴	۳۲.۴
۱۳۸۰	۵۷۳۹۳.۰	۵۴۰۰۶.۰	۳۳۴۱۰۴.۰	۳۳.۳
۱۳۸۱	۶۲۱۷۴.۰	۶۶۵۶۶.۰	۳۵۹۰۱۱.۰	۳۵.۹

جدول ۳: شاخصهای بهره‌وری انرژی کار، سرمایه، انرژی و کل عوامل (TFP) بر مبنای قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ در بخش صنعت و معدن در سالهای ۱۳۸۱-۱۳۴۶

سال	بهره‌وری کار (هزارریال به نفر)	بهره‌وری سرمایه	بهره‌وری نیرو (میلیاردریال به میلیون بشکه)	شاخص بهره‌وری نیروی کار	شاخص بهره‌وری سرمایه	شاخص بهره‌وری کل عوامل
۱۳۴۶	۳۴۸۶.۹	۰.۳۱	۳۲۳.۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۴۷	۳۹۰۵.۹	۰.۳۰	۳۲۸.۰	۱۱۲.۰	۹۸.۹	۱۰۳.۴
۱۳۴۸	۴۲۸۴.۴	۰.۲۹	۳۳۲.۰	۱۲۲.۹	۹۵.۲	۱۰۳.۸
۱۳۴۹	۴۶۳۱.۹	۰.۲۸	۳۳۱.۴	۱۳۲.۸	۸۹.۷	۱۰۱.۶
۱۳۵۰	۵۲۲۴.۴	۰.۲۸	۳۳۹.۴	۱۴۹.۸	۸۹.۷	۱۰۵.۴
۱۳۵۱	۵۹۳۶.۶	۰.۲۸	۳۳۹.۵	۱۷۰.۳	۹۲.۲	۱۱۱.۹
۱۳۵۲	۶۸۱۸.۲	۰.۲۹	۳۱۵.۳	۱۹۵.۵	۹۳.۷	۱۱۸.۷
۱۳۵۳	۷۸۰۳.۰	۰.۲۹	۳۱۹.۰	۲۲۳.۸	۹۳.۱	۱۲۴.۹
۱۳۵۴	۸۴۱۰.۶	۰.۲۴	۲۸۵.۴	۲۴۱.۲	۷۷.۶	۱۱۳.۸
۱۳۵۵	۹۷۷۰.۴	۰.۲۴	۳۲۸.۹	۲۸۰.۲	۷۶.۹	۱۲۲.۸
۱۳۵۶	۱۰۳۹۰.۲	۰.۲۱	۳۱۱.۱	۲۹۸.۰	۶۹.۶	۱۲۰.۰
۱۳۵۷	۹۴۵۸.۷	۰.۱۸	۳۱۸.۶	۲۷۱.۳	۵۸.۵	۱۰۴.۷
۱۳۵۸	۸۶۲۹.۱	۰.۱۶	۲۶۳.۰	۲۴۷.۵	۵۰.۸	۹۳.۳
۱۳۵۹	۹۸۲۷.۶	۰.۱۸	۲۶۸.۱	۲۸۱.۸	۵۸.۰	۱۰۶.۲
۱۳۶۰	۱۰۶۹۵.۱	۰.۲۰	۲۶۷.۵	۳۰۶.۷	۶۴.۷	۱۱۶.۶
۱۳۶۱	۱۰۴۰۴.۵	۰.۲۱	۲۲۳.۸	۲۹۸.۴	۶۷.۸	۱۱۷.۱
۱۳۶۲	۱۱۷۸۴.۴	۰.۲۵	۲۲۵.۵	۳۳۸.۰	۷۹.۷	۱۳۴.۲
۱۳۶۳	۱۳۳۳۹.۵	۰.۲۷	۲۴۰.۳	۳۸۲.۶	۸۷.۹	۱۵۰.۳
۱۳۶۴	۱۳۲۷۸.۲	۰.۲۸	۲۲۸.۵	۳۸۰.۸	۹۰.۸	۱۵۱.۹
۱۳۶۵	۱۲۴۰۲.۶	۰.۲۹	۲۲۹.۳	۳۵۵.۷	۹۵.۱	۱۴۸.۸
۱۳۶۶	۱۲۷۹۳.۷	۰.۳۴	۲۲۳.۸	۳۶۶.۹	۱۰۹.۰	۱۶۰.۵
۱۳۶۷	۱۲۲۸۸.۰	۰.۳۵	۲۲۶.۵	۳۵۲.۴	۱۱۲.۳	۱۵۸.۵
۱۳۶۸	۱۲۱۶۱.۱	۰.۳۵	۲۰۰.۹	۳۴۸.۸	۱۱۳.۰	۱۵۷.۸
۱۳۶۹	۱۴۰۵۱.۳	۰.۴۲	۲۳۶.۴	۴۰۳.۰	۱۳۸.۰	۱۸۸.۹
۱۳۷۰	۱۶۱۷۰.۰	۰.۴۶	۲۵۴.۴	۴۶۳.۷	۱۴۸.۳	۲۱۳.۲
۱۳۷۱	۱۵۲۸۴.۳	۰.۴۱	۲۴۶.۷	۴۳۸.۳	۱۳۲.۵	۱۹۵.۷
۱۳۷۲	۱۳۹۷۹.۰	۰.۳۷	۲۴۷.۴	۴۰۰.۹	۱۱۹.۴	۱۷۷.۲
۱۳۷۳	۱۳۶۲۳.۹	۰.۳۸	۲۳۹.۷	۳۹۰.۷	۱۲۲.۱	۱۷۵.۸
۱۳۷۴	۱۳۱۸۳.۱	۰.۳۷	۲۲۷.۵	۳۷۸.۱	۱۲۰.۱	۱۷۱.۲
۱۳۷۵	۱۴۱۷۲.۹	۰.۴۲	۲۳۸.۱	۴۰۶.۵	۱۳۷.۹	۱۹۰.۲
۱۳۷۶	۱۴۶۵۴.۹	۰.۴۵	۲۹۴.۱	۴۲۰.۳	۱۴۵.۸	۱۹۹.۰
۱۳۷۷	۱۳۸۹۷.۸	۰.۳۹	۳۰۶.۲	۳۹۸.۶	۱۲۷.۹	۱۸۱.۷
۱۳۷۸	۱۴۶۱۴.۳	۰.۴۰	۳۱۰.۴	۴۱۹.۱	۱۲۸.۸	۱۸۷.۸
۱۳۷۹	۱۵۴۱۱.۶	۰.۴۰	۲۹۴.۹	۴۴۲.۰	۱۳۱.۴	۱۹۵.۸
۱۳۸۰	۱۸۴۴۲.۳	۰.۴۲	۳۴۳.۶	۵۲۸.۹	۱۳۷.۶	۲۲۰.۵
۱۳۸۱	۲۰۳۹۰.۲	۰.۴۳	۳۶۵.۴	۵۸۴.۸	۱۴۱.۰	۲۳۶.۲

جدول ۴: متوسط میزانهای رشد سالانه شاخصهای بهره‌وری، ارزش افزوده، اشتغال، موجودی سرمایه و سرمایه سرانه بخش صنعت و معدن (درصد)

دوره	رشد سالانه متوسط بهره‌وری نیروی کار	رشد سالانه متوسط بهره‌وری سرمایه	رشد سالانه متوسط بهره‌وری کل عوامل	سهم رشد بهره‌وری کل عوامل از رشد تولید	رشد سالانه متوسط بهره‌وری نیرو	رشد سالانه متوسط ارزش افزوده	رشد سالانه متوسط اشتغال	رشد سالانه متوسط سرمایه	رشد سالانه متوسط سرمایه سرانه
۱۳۴۷-۱۳۵۶	۱۱.۵	-۳.۶	۱.۸	۱۲.۸	-۰.۴	۱۴.۴	۲.۶	۱۸.۶	۱۵.۷
۱۳۵۸-۱۳۶۷	۲.۷	۶.۷	۲.۷	۱۰۰.۰	-۳.۴	۲.۷	۰.۰	-۳.۸	-۳.۸
۱۳۶۸-۱۳۸۱	۳.۷	۱.۶	۲.۹	۳۵.۹	۳.۵	۸.۱	۴.۲	۶.۳	۲.۰
۱۳۴۷-۱۳۸۱	۵.۲	۱.۰	۲.۵	۳۲.۴	۰.۳	۷.۷	۲.۴	۶.۶	۴.۱
۱۳۷۲-۱۳۸۱	۲.۹	۰.۶	۱.۹	۲۹.۹	۴.۰	۶.۴	۳.۳	۵.۷	۲.۳



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی