

فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران / سال دهم / شماره ۳۵ / تابستان ۱۳۸۷ / صفحات ۱-۳۰

## تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل (TFP) در اقتصاد ایران

دکتر علیرضا امینی\*

زهرة حجازی آزاد\*\*

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱۸

تاریخ ارسال: ۸۶/۱/۱۹

### چکیده

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل (TFP) در اقتصاد ایران با تأکید بر نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع آموزش، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، نسبت تولید بالفعل به بالقوه به عنوان شاخص میزان استفاده از ظرفیت‌ها را مورد بررسی قرار داده‌ایم. نتایج برآورد الگو با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی سال‌های ۴۷-۱۳۸۳ به روش مدل خودتوضیح با وقفه‌های گسترده<sup>۱</sup> (ARDL) نشان می‌دهد در بلندمدت سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی و نرخ بهره برداری از ظرفیت اثرات مثبت و معناداری بر بهره‌وری داشته است. در ضمن، عوامل دیگر مؤثر بر بهره‌وری در قالب متغیر روند زمانی تأثیر منفی و معنادار بر بهره‌وری داشته‌اند. در این دوره، به رغم روند افزایشی سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و شاخص‌های سرمایه انسانی، شاخص بهره‌وری کل عوامل رشد بسیار ناچیزی داشته و تنها ۵ درصد رشد تولید بلندمدت را تأمین کرده است. مهم‌ترین دلایل آن کاهش رقابت‌پذیری اقتصاد، مدیریت ناصحیح تخصیص منابع و استفاده نابهبینه از منابع موجود است.

طبقه‌بندی JEL: O47, J24, O32

واژگان کلیدی: بهره‌وری کل عوامل، سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه، تولید بالفعل و بالقوه.

\* استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

e-mail: armini2005@gmail.com

\*\* کارشناس دفتر برنامه‌ریزی و سیاست‌های بازار کار - وزارت کار و امور اجتماعی.

e-mail: hejaziazad@yahoo.com

1. Auto-Regressive Distributed Lag (ARDL).

## مقدمه

بهبود بهره‌وری به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های افزایش نرخ رشد اقتصادی مورد توجه بیشتر برنامه‌ریزان و سیاستگذاران در کشورهای مختلف بوده و سرمایه‌گذاری‌های بسیار زیادی را در این خصوص انجام داده‌اند. سرمایه‌گذاری در زمینه ارتقای سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه (R&D)<sup>۱</sup> مصداقی از این قبیل اقدامات دولت‌ها برای ارتقای بهره‌وری است. رشد و توسعه اقتصادی امری است که در نتیجه تحقیق و پژوهش تحقق می‌یابد. بنابراین، اگر دست یافتن به سطوح بالای توسعه یافتگی یکی از اهداف مهم است، بدون توجه به تحقیق و پژوهش، این هدف حاصل نخواهد شد.

تحقیق و توسعه کلید اصلی رشد فناوری محسوب می‌شود. امروزه بیشتر فناوری‌های جدید به وسیله سازمان‌ها یا مؤسسات تحقیق و توسعه تکوین می‌یابند. یکی از نتایج مهم پژوهش در هر بخش اقتصادی، افزایش قابل ملاحظه بهره‌وری کل عوامل تولید است. هزینه‌های تحقیق و توسعه خود را به شکل بهبود فناوری، ابداع و تغییرات فنی نمایان می‌سازد و افزایش بهره‌وری نهاده‌های تولید و ایجاد نهاده‌های جدید را باعث می‌شود و این امر افزایش بهره‌وری کل عوامل را سبب می‌شود. با توجه به موارد مطرح شده، می‌توان نتیجه گرفت رابطه مستقیم و مهمی بین تحقیق و توسعه و بهره‌وری وجود دارد، ولی در مورد کشورهای در حال توسعه با توجه به مشکلات متعدد آنها، نظیر کمبود سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و نیروی انسانی متخصص و نوآور و همچنین، دسترسی آسان‌تر، ارزان‌تر و سریع‌تر به منبع ذخیره دانش فنی و فناوری کشورهای صنعتی به آزمون تجربی بیشتری نیاز است.

در چارچوب نظریات رشد اقتصادی نیز می‌توان به این موضوع اشاره کرد که محور اصلی نظریات رشد درونزا دو مقوله سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه است و تجربیات رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که این دو عامل نقش بسیار مهم و اساسی در ارتقای نرخ رشد اقتصادی این کشورها داشته است. یکی از کشورهای موفق که از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل توانسته است به سطح بالایی از توسعه یافتگی برسد، ژاپن است. در دوره ۱۹۹۳-۲۰۰۲، کشور ژاپن موفق شده است حدود ۴۷/۱ درصد از رشد اقتصادی خود را از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل به دست آورد، در حالی که این رقم برای ایران فقط ۱/۸ درصد بوده است.<sup>۲</sup>

با توجه به نقش بسیار مهم ارتقای بهره‌وری در تأمین رشد اقتصادی، برنامه‌ریزان و سیاستگذاران کشور در برنامه چهارم توسعه به بهره‌وری توجه خاصی نموده و در ماده ۵ قانون این برنامه، مقرر شده است بهره‌وری کل عوامل به طور متوسط سالانه ۲/۵ درصد افزایش یابد و سهم آن در تأمین رشد اقتصادی به ۳۱/۳ درصد برسد و در این ارتباط، تمامی دستگاه‌های اجرایی ملی و استانی مکلف شده‌اند

## 1. Research &amp; Development

۲. امینی (۱۳۸۵).

که در تدوین اسناد ملی، بخشی، استانی و ویژه (فرابخشی) سهم ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آنها را مشخص نمایند. شایان ذکر است، در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی، موضوعاتی مانند رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقای نسبی سطح درآمد سرانه با تأکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم، برخورداری از دانش پیشرفته، توانایی در تولید علم و فناوری، سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی و تعامل سازنده و موثر با جهان مورد تأکید قرار گرفته است. برنامه چهارم توسعه که اولین برنامه توسعه پس از تدوین سند چشم‌انداز است، برای تحقق بخشیدن این اهداف به طور روشن و شفاف به ارتقای بهره‌وری پرداخته است. در این پژوهش، ابتدا روش اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل معرفی و سپس، مبانی نظری عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل با تأکید بر سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه مطرح خواهد شد. در ادامه بحث، به معرفی چگونگی جمع‌آوری و برآورد داده‌های آماری و برآورد مدل مناسب برای شناسایی نقش این عوامل بر بهره‌وری کل عوامل می‌پردازیم و در نهایت، توصیه‌هایی برای ارتقای بهره‌وری کل عوامل ارائه خواهیم کرد.

### ۱. روش اندازه‌گیری شاخص بهره‌وری کل عوامل (TFP)

در این پژوهش برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل از شاخص دیویژیا<sup>۱</sup> استفاده می‌کنیم. در این روش، با دادن وزن‌های متفاوت به عوامل تولید، نقش هر کدام از این عوامل را در فرایند تولید مشخص می‌نماییم. این شاخص اجازه می‌دهد که عوامل غیرهمگن نظیر کار و سرمایه یکجا در نظر گرفته شوند. در این روش، شاخص بهره‌وری کل عوامل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TFP = \frac{V_t}{K_t^\alpha \cdot L_t^\beta} \quad (1)$$

که در آن،  $V$  بیانگر تولید ناخالص داخلی (به قیمت عوامل و بر حسب قیمت ثابت سال ۱۳۷۶)،  $\alpha$  و  $\beta$  به ترتیب سهم سرمایه و نیروی کار از تولید می‌باشند. گفتنی است، در شرایط رقابت کامل و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس،  $\alpha$  و  $\beta$  بیانگر کشش‌های تولیدی سرمایه و کار نیز است و  $\beta = 1 - \alpha$  خواهد بود. بنابراین، در شرایطی که اطلاعات آماری در خصوص سهم‌های عوامل از تولید وجود ندارد، می‌توان از کشش‌های تولیدی کار و سرمایه در برآورد بهره‌وری کل عوامل استفاده کرد.

#### 1. Divisia Index

شایان ذکر است، نتایج برآورد  $TFP$  از این روش با روش استفاده از مانده سولو یکسان است، زیرا اگر از رابطه ۱، لگاریتم طبیعی گرفته، سپس، از آن برحسب زمان مشتق کلی بگیریم، رابطه زیر که همان مانده سولو است، به دست می‌آید:

$$TFP = \hat{V} - \alpha \hat{K} - \beta \hat{L} \quad (2)$$

## ۲. مبانی نظری عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل

همان‌طور که پیشتر بیان شد، آن بخش از رشد تولید که مربوط به رشد کمی نیروی کار و سرمایه نیست به رشد بهره‌وری کل عوامل مربوط می‌شود. برای تبیین عوامل تعیین‌کننده جزء باقیمانده رشد، نظریه‌های رشد درونزا در اقتصاد مطرح شده است. شایان ذکر است، در مدل‌های رشد برونزا، جزء باقیمانده رشد به تغییرات فنی نسبت داده می‌شود و این تغییر فنی، پیشرفت فنی را به دنبال دارد و معانی زیر از آن استخراج می‌شود:

الف) به دست آوردن محصول بیشتر با مقادیر ثابت و معین نهاده‌ها. به بیان دیگر، با کمک پیشرفت فنی می‌توان همان مقدار قبلی از محصول را با مقدار کمتری از یک یا چند نهاده تولید کرد.

ب) محصول جدید در معرض تغییرات کیفی قرار می‌گیرد، یعنی همان میزان محصول ولی با کیفیت بالاتر تولید می‌شود.

ج) کالاهایی کاملاً جدید تولید می‌شود.

در نظریات رشد برونزا، پیشرفت فنی به عنوان عاملی برونزا در نظر گرفته می‌شود و در گفته‌های بسیار مشهور، پیشرفت فنی به مائدهای آسمانی تشبیه شده است.<sup>۱</sup> از منظر دیگر، مدل‌های رشد برونزا، فروض اساسی و ساده‌کننده‌ای دارند. اول اینکه، تکنولوژی (که وابسته به مقدار مانده است) برونزا فرض شده است که نشان می‌دهد نرخ بهره‌وری نیروی کار بین اقتصادها وقتی به وضعیت پایدار می‌رسند، یکسان خواهد شد. این فرض با روند اختلافی که در نرخ رشد بین کشورهای توسعه‌یافته مشاهده شده است، تضاد پیدا می‌کند. فرض دیگر آن است که رقابت کامل وجود دارد. همچنین، فرض می‌شود در اقتصاد تنها یک کالای واحد و همگن تولید و مصرف می‌شود. بدیهی است که این فروض، محدودکننده بوده و در دنیای واقعی چنین شرایطی وجود نخواهد داشت.

۱. جونز (۱۳۷۰).

مشکل اساسی الگوهای رشد نئوکلاسیکی آن است که از توضیح اساسی‌ترین واقعیت‌های رفتار رشد عاجز می‌باشند. لذا، در پاسخ به کاستی‌های الگوی رشد نئوکلاسیک‌ها، الگوهای رشد درونزا مطرح شده است.

الگوی رشد درونزا توسط لوکاس<sup>۱</sup>، رومر<sup>۲</sup>، بارو<sup>۳</sup> و دیگر پژوهشگران طراحی شده است. آنها رشد یکنواخت را به طور درونزا مطرح کردند. در این الگوها، نرخ رشد یکنواخت به پارامترهای تابع مطلوبیت، تولید و جز اینها بستگی دارد. رشد اقتصادی بر اساس مجموعه‌ای از ساز و کارهای درونی اقتصاد مانند توسعه سرمایه انسانی، ارتقای بهره‌وری، تحقیق و توسعه و هزینه‌های با کیفیت دولت اتفاق می‌افتد. ویژگی اصلی مدل‌های رشد درونزا، نبود بازدهی‌های نزولی نسبت به نهاده‌هایی است که می‌توانند انباشت شوند. این ویژگی باعث می‌شود که رشد به طور نامحدود ادامه داشته باشد.<sup>۴</sup> به طور کلی، نظریه‌های رشد درونزا به دو شاخه تقسیم می‌شوند:

۱. نظریه‌های مبتنی بر سرمایه انسانی که رشد بلندمدت پایدار را به انباشت سرمایه انسانی نسبت می‌دهند (لوکاس ۱۹۸۸).

۲. نظریه‌های مبتنی بر R&D که به نام اقتصاد دانش در اقتصاد شهرت یافته و معتقد به پیشرفت تکنولوژی از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و خلق اندیشه‌های جدید است (رومر ۱۹۹۰، گروسمن و هلپمن<sup>۵</sup> ۱۹۹۱، آقیون و هوویت<sup>۶</sup> ۱۹۹۲).

### ۱-۲. نظریه‌های رشد مبتنی بر سرمایه انسانی

کیفیت نیروی انسانی، مهم‌ترین عامل مؤثر در بهبود بهره‌وری است. تا اوایل دهه ۱۹۵۰ بیشتر تصور می‌شد که عامل اصلی و ریشه عقب ماندگی کشورهای در حال توسعه، کمبود سرمایه‌های مادی و فیزیکی است. در پرتو چنین طرز تفکر و پنداری، این کشورها از راه‌های مختلف به جذب سرمایه می‌پرداختند که خود عوارض عدیده‌ای در تشدید وابستگی این کشورها ایجاد کرده است.

اما امروزه به اهمیت سرمایه‌گذاری انسانی و اعتلای کیفیت نیروی کار به عنوان یکی از زمینه‌ها و راه‌های اصلی و اساسی افزایش بهره‌وری و تسریع رشد اقتصادی جامعه پی‌برده‌اند. در بررسی‌های اقتصادی می‌توان گفت که سرمایه انسانی یک مفهوم کاملاً اقتصادی است. در واقع، خصوصیات کیفی

1. Lucas  
2. Romer  
3. Barro

۴. درگاهی (۱۳۸۲).

5. Grossman & Helpman  
6. Aghion & Howitt

انسان نوعی سرمایه است، زیرا این خصوصیات می‌تواند باعث بهره‌وری و تولید بیشتر و ایجاد درآمد و رفاه بیشتر شود.

سیمون کوزنتس<sup>۱</sup> برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۷۱، اعتقاد داشت که مفهوم سرمایه که تنها سرمایه فیزیکی و کالایی را شامل می‌شود؛ مفهومی ناقص و نارساست. لذا، باید سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی هر دو به حساب آیند. او در این مورد می‌گوید: "سرمایه انسانی یک کشور، صنعت پیشرفته، ابزارها و ادوات صنعتی آن کشور نیست؛ بلکه، اندوخته دانش‌های بدست آمده در نتیجه آزمایش‌های متعدد و کار آموختگی افراد آن کشور برای به کار بردن این دانش‌هاست."<sup>۲</sup>

همچنین، شولتز<sup>۳</sup> (۱۹۶۱) پدر نظریه سرمایه انسانی معتقد است که نقش بهبود کیفیت نیروی کار که از طریق سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی حاصل می‌شود، به عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده رشد در تحلیل‌های سنتی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی فراموش شده است. کیفیت نیروی کار که در بهداشت و تغذیه، مهارت‌ها و آموزش منعکس می‌شود، در رشد اقتصادی حائز اهمیت است.

معمولاً رابطه بین رشد و سرمایه انسانی در دو چارچوب اصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش اول از کار لوکاس (۱۹۸۸) نشأت می‌گیرد که از انباشت سرمایه انسانی به عنوان منبع رشد پایدار<sup>۴</sup> یاد می‌شود و به طور خاص بین دو منبع انباشت سرمایه انسانی یعنی آموزش و یادگیری حین کار<sup>۵</sup>، تمایز قائل می‌شود.

روش دوم، که به مقاله نلسون و فلیس<sup>۶</sup> (۱۹۹۶) بر می‌گردد، رشد را ناشی از "موجودی سرمایه انسانی"<sup>۷</sup> می‌داند که به نوبه خود توانایی یک کشور در نوآوری و رسیدن به سطح توسعه‌یافتگی کشورهای پیشرفته‌تر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، تفاوت در نرخ‌های رشد بین کشورها ناشی از تفاوت در موجودی سرمایه انسانی و به دنبال آن تفاوت در توانایی آنها در ایجاد رشد تکنولوژی است.

مدل رشد درونزای لوکاس به طور صریح بین سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی تمیز قائل شده و آنها را به عنوان نهاده وارد تابع تولید می‌نماید. همچنین، فرض بر این است که سرمایه فیزیکی و انسانی به وسیله فنآوری متفاوت تولید می‌شوند. به ویژه تمرکز بر آموزش نیروی انسانی است که خود باعث سست شدن قید بازدهی نزولی در مفهوم کلی سرمایه می‌شود و به واسطه نبود فنآوری برونزا، رشد تولید سرانه بلندمدت صفر نخواهد شد. لوکاس معتقد است که می‌توان فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را

1.Kuznets

۲. سیحانی (۱۳۷۱).

3.Schultz

4.Sustained Growth

5.Learning by Doing

6.Nelson & Phelps

7.Stock of Human Capital

در مورد نهاده‌های قابل انباشت در نظر گرفت. وی از لغت سرمایه انسانی به جای اصطلاح تعداد فیزیکی انسان‌ها در تابع تولید سود می‌جوید. در الگوهای رشد درونزا، سرمایه انسانی از طریق سرمایه‌گذاری می‌تواند انباشت شود، یعنی افراد خود انتخاب می‌کنند که چه مدت برای تحصیل سرمایه‌گذاری کنند. بنابراین، فرض می‌شود که سرمایه انسانی یک نهاده قابل انباشت با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است. در نتیجه، تولید نهایی آن (که انگیزه لازم برای گذراندن زمان برای تحصیل را تعیین می‌کند) ثابت است. اگر بخشی از زمان غیر فراغت افراد که صرف کار برای تولید محصول  $Y$  می‌شود را  $u$  و میانگین کیفیت نیروی کار را  $h$  و تعداد افراد را با  $L$  نشان دهیم، آنگاه تابع تولید مفروض برابر خواهد شد با:

$$Y = AK^\beta [u.hL]^{1-\beta} \quad (3)$$

عبارت  $u.hL$  سرمایه انسانی یا نیروی کار مؤثر کل<sup>۱</sup> نامیده می‌شود. این تابع تولید، نسبت به سرمایه فیزیکی و انسانی دارای بازدهی نسبت به مقیاس ثابت است. از آنجا که انگیزه برای تحصیل و مطالعه در طول زمان کاهش نمی‌یابد، تابع تولید برای ایجاد رشد درونزا کافی است. حال، اگر  $h_a$  را متوسط سرمایه انسانی نیروی کار بدانیم، آنگاه تابع تولید برابر خواهد شد با:

$$Y = AK^\beta [u.hL]^{1-\beta} h_a^\psi \rightarrow y = Ak^\beta [u.h]^{1-\beta} h_a^\psi \quad (4)$$

در رابطه بالا،  $h_a^\psi$  اثرات خارجی از طریق متوسط سرمایه انسانی را نشان می‌دهد،  $k$  سرمایه سرانه و  $y$  تولید سرانه نیروی کار است. فرض می‌کنیم که افراد یک جریان مصرف را انتخاب و یک تابع مطلوبیت را با توجه به قیود ذیل حداکثر می‌کنند:

$$k' = Ak^\beta [u.h]^{1-\beta} h_a^\psi - c - (\sigma + n)k \quad (5)$$

$$h' = \phi h(1 - u) \quad (6)$$

در اینجا  $c, n, \sigma$  به ترتیب نرخ استهلاک سرمایه، نرخ برونزای رشد نیروی کار (جمعیت) و مصرف سرانه و علامت  $\phi$  بیانگر مشتق متغیر نسبت به زمان است. حال، با استفاده از بهینه‌سازی پویا نرخ رشد سرانه سرمایه (یا مصرف) و نرخ رشد سرمایه انسانی در وضعیت یکنواخت برابر خواهد شد با:

$$\gamma_k = \frac{(\phi - \rho - \sigma)(1 + \psi - \beta)}{\theta(1 + \psi - \beta) - \psi} \quad \text{و} \quad \gamma_h = \frac{(\phi - \rho - \sigma)(1 - \beta)}{\theta(1 + \psi - \beta) - \psi} \quad (7)$$

در روابط بالا، پارامترهای  $\phi$ ،  $\rho$  و  $\theta$  به ترتیب بهره‌وری دانش، نرخ ترجیحات زمانی و کشش مطلوبیت نهایی نسبت به مصرف است.

اگر  $\psi = 0$  باشد، یعنی اثرات خارجی وجود نداشته باشد، خواهیم داشت:

## 1. Total Effective Workforce

$$\gamma_c = \gamma_k = \gamma_h = \gamma = \theta^{-1}[\varphi - \rho - \sigma] \quad (8)$$

در مدل انباشت سرمایه انسانی، پارامتر بهره‌وری دانش، رشد بلندمدت را به همراه می‌آورد. در واقع، در صورت نبود پیشرفت فنی برونزا، نرخ رشد بلندمدت توسط پارامتر انباشت سرمایه انسانی توضیح داده می‌شود.

نلسون و فلیپس (۱۹۶۶) از این دیدگاه استاندارد در مورد سرمایه انسانی به عنوان "تنها عامل مؤثر دیگر در حسابداری رشد" فاصله گرفته و نشان دادند که نقش اصلی آموزش بالا بردن ظرفیت افراد برای نوآوری (یعنی خلق فعالیت‌ها، محصولات و تکنولوژی جدید) و پذیرش<sup>۱</sup> تکنولوژی جدید و در نتیجه تسریع انتشار<sup>۲</sup> در سراسر اقتصاد است.

روش نلسون - فلیپس دلالت بر این دارد که رشد بهره‌وری و نرخ ابداعات همراه با سطح دسترسی به تحصیل<sup>۳</sup> و به ویژه همراه با نرخ ثبت نام متوسطه و عالی که تعداد محققان بالقوه را در اقتصاد نشان می‌دهد، افزایش می‌یابد.

## ۲-۲. نظریه‌های رشد مبتنی بر تحقیق و توسعه (R&D)

نظریه‌های جدید رشد درونزا به مدل‌هایی گرایش پیدا کرده است که رشد بلندمدت را با تمرکز بر پیشرفت فناوری و تحقیق و توسعه توضیح می‌دهند. به عبارتی، اهمیت این مقوله در جهان امروز باعث شده که اقتصاددانان با وارد کردن این عامل در مدل رشد، به نتایج قابل قبول‌تر و واقعی‌تر که با جهان امروز همخوانی و سنخیت بیشتری دارد، برسند. از جمله این اقتصاددانان می‌توان به کارهای رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلیمن (۱۹۹۱) اشاره کرد. آنها معتقد بودند که دو مشاهده منجر به شکل‌گیری بسیاری از مقالات نوشته‌شده جدید در مورد رشد شده است. اول اینکه رشد محصول از رشد جمعیت در ۲۰۰ سال پس از انقلاب صنعتی پیشی گرفته است. دوم، ظاهراً کشورهای مختلف برای مدت‌های نسبتاً طولانی در مسیرهای رشد متفاوتی باقی مانده‌اند.

نتیجه منطقی این دو مشاهده آن است که ابتدا باید پیشرفت تکنولوژی را وارد مدل کرد تا توجیه‌کننده رشد سریع‌تر تولید نسبت به رشد نهاده‌ها باشد؛ زیرا اول اینکه، این ابداعات و نوآوری‌ها نتیجه فعالیت آشکار R&D در بنگاه‌ها بوده و در نتیجه، R&D را به اصلی‌ترین شاخصه نرخ رشد اقتصادی تبدیل ساخته است، دوم اینکه، این پیشرفت را باید به سیاست‌های تجاری و اقتصادی هر

1. Adapt
2. Diffusion
3. Level of Education Attainment



کشور ربط داد تا بتوان با تکیه بر آن به توجیه تفاوت‌های مشاهده‌شده در نرخ‌های رشد بلندمدت کشورها دست یافت.

در نظریه‌های رشد به نقش تحقیق و توسعه به عنوان موتور رشد اقتصادی تأکید شده است. تحقیق و توسعه از دو راه می‌تواند به رشد اقتصادی کمک نماید. اول آنکه تحقیق و توسعه اجازه می‌دهد تا کالاهای سرمایه‌ای جدیدی معرفی شود که ممکن است نقش بیشتر و بهتری در تولید نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود داشته باشد. به دلیل آنکه محصول تابعی از انواع مختلف کالاهای سرمایه‌ای و یا کیفیت کالاهای سرمایه‌ای است، پس اگر تابع تولید، بازدهی نزولی نسبت به هر یک از نهاده‌ها داشته باشد، آنگاه رشد درونزا وجود خواهد داشت. این نگرش توسط رومر (۱۹۹۰)، بارو و سالایی مارتین<sup>۱</sup> (۱۹۹۵) ارائه شده است.

کمک دوم تحقیق و توسعه به رشد اقتصادی این است که باعث ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش شده که به نوبه خود باعث کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که به وجود آمدن اثرات جانبی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه سبب ایجاد بازدهی ثابت به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه خواهد شد. به همین دلیل بنگاه‌ها مقدار ثابتی از منابع را در امر تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کرده و باعث افزایش موجودی علم و دانش در یک نرخ ثابت می‌شوند<sup>۲</sup>.

یکی از یافته‌های جالب این مدل آن است که رشد درونزا می‌تواند از طریق انباشت دانش و بدون سرمایه‌گذاری در کالاهای سرمایه‌ای فیزیکی ایجاد شود. از سوی دیگر، مطالعات تجربی ارتباط قوی بین نرخ رشد تولید ناخالص ملی با سرمایه فیزیکی را تایید می‌کنند. لذا، به منظور ایجاد چنین ارتباطی باید بعضی از سرمایه‌های فیزیکی را که به رشد واکنش می‌دهند، وارد مدل کرد. در این بخش، ساده‌ترین مدلی که توسط بارو و سالایی مارتین بیان شده، ارائه می‌شود. در این مدل فرض شده است که تعداد نهاده‌ها (کالاهای سرمایه‌ای) متنوع است به طوری که:

$$K = \sum_{i=1}^N X_i \quad (9)$$

$X_i$ ، انواع مختلف کالاهای سرمایه‌ای است که کالاهای سرمایه‌ای مفید نامیده شده و قابل انباشت است. مصرف‌کنندگان با درآمد  $Y$  تصمیم می‌گیرند که چه مقدار مصرف ( $C$ ) و چه مقدار پس انداز ( $K$ ) نمایند. پس انداز آنها جریان سرمایه اولیه‌ای است که می‌تواند به وسیله بنگاه‌ها استفاده شود، به طوری که مصرف‌کنندگان می‌توانند واحدهایی از سرمایه اولیه  $X_i$  را به فروش یا اجاره برسانند. از آنجا که از

۱. Barro & Sala-i-Martin

۲. درگاهی (۱۳۸۲).

نیروی کار چشم‌پوشی شده است، در نتیجه، تنها منبع درآمدی مصرف‌کنندگان، فروش سرمایه اولیه یا اوراق بهادار است:

$$Y = rK \quad (10)$$

در این رابطه،  $r$  نرخ بهره برای کسب درآمد آینده است. در این حالت، می‌توان نشان داد نرخ رشد مصرف و تولید سرانه در وضعیت یکنواخت برابر خواهد بود با:

$$\frac{c'}{c} = \frac{k'}{k} = \gamma = \theta^{-1}[r - \rho - \sigma] \quad (11)$$

با توجه به رابطه بالا می‌توان گفت که، عامل تحقیق و توسعه و اثر سرریز آن در سطح داخلی و بین‌المللی از طریق ابداع و نوآوری محصولات و فرآیندهای جدید تولید، باعث پیشرفت تکنولوژی درونزا شده و افزایش تعداد و تنوع کالاهای سرمایه‌ای به تسهیل در رشد اقتصادی منجر می‌شود.

### ۳. مروری بر پژوهش‌های کاربردی انجام‌شده

#### ۳-۱. مطالعات خارجی

کامرون و مولبائور<sup>۱</sup> (۱۹۹۴) در پژوهش به بررسی اثر  $R\&D$  بر بهره‌وری پرداختند. آنها با استفاده از اطلاعات صنایع کشور انگلیس و با یک مدل فصلی برای دوره ۱۹۶۲-۱۹۹۲ به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های صرف شده برای تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری اثر مثبت و معناداری دارد. به این ترتیب که ۱ درصد افزایش در موجودی سرمایه تحقیق و توسعه، تولید را در حدود ۰/۱۵ درصد افزایش می‌دهد.

کو و هلپمن<sup>۲</sup> (۱۹۹۵) به بررسی اثر سرمایه تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل تولید پرداختند. پژوهش آنها با استفاده از داده‌های آماری ۲۱ کشور  $OECD$ <sup>۳</sup> به اضافه کشور اسرائیل در دوره ۱۹۷۱-۱۹۹۰ صورت گرفت. آنها موجودی تحقیق و توسعه را به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم کردند. یافته‌های اصلی آنها شامل این موارد بود؛ اولاً، دانش فنی داخلی و خارجی اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. ثانیاً، اثر  $R\&D$  خارجی در اقتصادهای کوچک که درجه بازبودن اقتصاد آنها بالاتر است به مراتب بیشتر از  $R\&D$  داخلی است. در واقع، به این نتیجه رسیدند که تجارت می‌تواند راهی برای انتقال فناوری باشد.

1. Cameron & Muellbauer

2. Coe & Helpman

3. Organization for Economic Cooperation and Development

ژاکوب و دیگران<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) اثر سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه را بر بهره‌وری بررسی نمودند. آنها تغییرات فناوری را در کشور هلند بررسی کردند. در این پژوهش بهره‌وری کل عوامل تولید توسط سرمایه انسانی، انباشت  $R\&D$  و اثر سرریز  $R\&D$  توضیح داده شده است. براساس نتایج به دست آمده، آنها دریافتند که اولاً سرمایه انسانی به تنهایی نمی‌تواند رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را توجیه نماید و ثانیاً  $R\&D$  و اثر سرریز آن دارای اهمیت بیشتری است. کشش بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به  $R\&D$  برابر ۰/۳۵ و در مورد اثر سرریز  $R\&D$  داخلی ۰/۱۴ و برای اثر سرریز  $R\&D$  خارجی ۰/۰۳ برآورد شده است. افزون بر این، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که سرمایه انسانی در فرایند جذب و انتشار فناوری نقش مهمی دارد، ولی نوآوری بیش از سرمایه انسانی می‌تواند در رشد اقتصادی نقش داشته باشد.

ادواردز<sup>۲</sup> (۱۹۹۸) با به‌کارگیری نه معیار مختلف باز بودن و جهت‌گیری تجاری<sup>۳</sup>، رابطه باز بودن و رشد بهره‌وری کل عوامل را برای ۹۳ کشور در دوره ۶۰-۱۹۹۰ بررسی کرد. وی نشان داد، همبستگی مثبت بین رشد بهره‌وری کل عوامل و باز بودن تجاری وجود دارد و بیان نمود که کشورهایی که سیاست آزادسازی تجاری اتخاذ کرده‌اند، دانش جهانی را با رشد سریع‌تر و نرخ بالاتری انباشت می‌کنند. میلر و پادیا<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) در پژوهش خود به بررسی اثر باز بودن اقتصاد، جهت‌گیری تجاری و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته پرداختند. آنها دریافتند سرمایه انسانی در هر دو گروه کشورها اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل دارد. در کشورهای فقیر، سرمایه انسانی به همراه باز بودن اقتصاد برای دست‌یافتن به اثر مثبت بر بهره‌وری کل عوامل، یک رابطه متقابل با هم دارند.

مدا و پیگا<sup>۵</sup> (۲۰۰۳) ارتباط بین  $R\&D$  و بهره‌وری را بررسی کردند. آنها با استفاده از اطلاعات بنگاه‌های صنعت ایتالیا به ارتباط بین هزینه‌های تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری پرداختند. آنها  $R\&D$  را به انواع داخلی، خارجی وابسته به دانشگاه‌ها، مراکز تحقیق و سایر بنگاه‌ها و موارد دیگر تقسیم کردند و اثر هر یک از این  $R\&D$ ها را بر بهره‌وری کل عوامل تولید بررسی نمودند. نتیجه اصلی پژوهش آنها، وجود یک ارتباط مثبت و معنادار بین انواع  $R\&D$  و بهره‌وری کل عوامل تولید بود.

1. Jacobs & the other
2. Edwards
3. Trade Orientation
4. Miller & Ypadhyay
5. Medda & Piga

یولکو<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) به بررسی نقش  $R\&D$  و نوآوری بر رشد اقتصادی پرداخت. این پژوهش با استفاده از تکنیک داده‌های تابلویی (*panel data*) و با داده‌های آماری ۲۰ کشور عضو *OECD* و ۱۰ کشور غیر عضو *OECD* در دوره زمانی ۸۱-۱۹۹۷ انجام شده است. در این پژوهش از تعداد جوازهای ثبت شده برای اختراعات<sup>۲</sup> به عنوان شاخص نوآوری استفاده شده است. یافته‌های به دست آمده نشان می‌دهد که بین  $GDP$  سرانه و نوآوری در هر دو گروه مورد مطالعه ارتباط مثبتی وجود دارد و کشورهای *OECD* با یک بازار بزرگ، توانایی افزایش نوآوری را از طریق سرمایه‌گذاری در  $R\&D$  دارند. اگرچه این پژوهش براساس یک مدل رشد درونزا صورت گرفته است ولی مدرکی دال بر وجود بازده ثابت برای نوآوری از طریق  $R\&D$  به دست نیامد و این بیان می‌دارد که نوآوری، رشد اقتصادی دائمی را منجر نمی‌شود. به هر حال این نتیجه باعث رد اثر  $R\&D$  بر رشد اقتصادی نمی‌باشند؛ چرا که اطلاعات مربوط به نوآوری (تعداد جوازهای ثبت شده برای اختراعات) و  $R\&D$  طیف وسیعی از نوآوری و فعالیت‌های تحقیق و توسعه را در بر نمی‌گیرد.

### ۲-۳. پژوهش‌های داخلی

کمیجانی و معمارنژاد (۱۳۸۳) به بررسی اهمیت کیفیت نیروی انسانی و  $R\&D$  در رشد اقتصادی از طریق مدل‌های رشد اقتصادی درونزا پرداخته‌اند. آنها ضمن بیان یکی از مدل‌های رشد اقتصادی درونزا یعنی مدل رشد تغییر درونزای تکنولوژی رومر (۱۹۹۰)، مدلی برای رشد اقتصادی ایران ساخته و آن را در دوره زمانی مورد بررسی (۳۷-۱۳۷۸) به روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده<sup>۳</sup> برآورد کرده‌اند. نتایج به دست آمده، تاییدکننده تأثیر مثبت نیروی کار، سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی، درآمدهای حاصل از صادرات نفت بر رشد اقتصادی و تأثیر منفی تورم و متغیر مجازی مربوط به انقلاب اسلامی است. البته به دلیل حجم اندک هزینه‌های  $R\&D$  و نیز نسبت پایین صادرات غیر نفتی به  $GNP$  و ساختار سنتی و غیرکارخانه‌ای آن، بین دو متغیر  $R\&D$  و صادرات غیر نفتی با رشد اقتصادی ارتباط معناداری پدیدار نشد.

کمیجانی و شاه آبادی (۱۳۸۰) براساس نظریه‌های جدید رشد اقتصادی و تجارت بین‌الملل، به مطالعه اثر فعالیت‌های  $R\&D$  داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته‌اند. آنها هزینه‌های  $R\&D$  انباشته شده داخلی را به صورت تقریبی برای انباشت سرمایه  $R\&D$  داخلی و انباشت سرمایه  $R\&D$  شرکای تجاری را به صورت جمع وزنی واردات در سطوح مخارج

1. Ulku
2. Patent
3. ARDL

*R&D* انباشته شده شرکای تجاری در نظر گرفته‌اند. رابطه بهره‌وری کل عوامل نیز با استفاده از روش‌شناسی همگرایی یوهانسن از مجموعه سری‌های زمانی در دوره ۱۳۴۷-۱۳۷۸ برآورد شده است. شرکای تجاری مورد مطالعه شامل ۲۱ کشور عضو *OECD* و خاورمیانه است. نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر مثبت انباشت سرمایه *R&D* داخلی و خارجی و تأثیرات متقابل انباشت سرمایه *R&D* خارجی با سهم واردات به تولید ناخالص داخلی و نسبت شاغلان تحصیل کرده به کل شاغلان بر بهره‌وری کل عوامل تولید است. افزون بر این، انباشت سرمایه *R&D* خارجی تأثیر بیشتری نسبت به انباشت سرمایه *R&D* داخلی بر روی بهره‌وری کل عوامل داشته است.

درگاهی و قدیری (۱۳۸۲) به تجزیه و تحلیل عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی در ایران پرداخته‌اند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که مخارج دولت و درآمدهای ارزی نفت، به عنوان تنها عوامل مؤثر و توضیح‌دهنده رشد اقتصادی ایران بوده و متغیرهای مؤثر بر سرمایه انسانی مورد بحث در الگوهای رشد درونزا چون آموزش، تحقیق و توسعه و بهره‌وری تأثیر چندانی بر رشد اقتصادی ایران ندارند. تداوم چنین ساختاری امکان تحقق رشد اقتصادی پایدار و بالا را فراهم‌نکرده و ادوار تجاری اقتصاد ایران را تحت تأثیر شوک‌های داخلی سیاست‌های مالی دولت و شوک‌های خارجی ارز حاصل از صادرات نفت شکل می‌دهد. بنابراین، تعیین‌کننده‌های رشد اقتصادی ایران به علت ماهیت برونزا بودن، نوسانات کوتاه مدتی را در تولید ایجاد نموده‌اند ولی رشد بالای بلند مدتی را در اقتصاد ایران باعث نشده‌اند.

نیلی و نفیسی (۱۳۸۲) رابطه سرمایه انسانی و رشد اقتصادی را با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این پژوهش، چگونگی تأثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی با در نظر گرفتن توزیع آموزش، به معنی میزان پراکندگی سال‌های تحصیل در بین شاغلان، برای ایران مورد بررسی قرار گرفته است و نشان داده شده که با وارد کردن این متغیر، قدرت توضیح‌دهی رابطه برآورد شده به میزان قابل توجهی بهبود پیدا می‌کند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش پراکندگی سال‌های تحصیل شاغلان، رشد اقتصادی کاهش پیدا می‌کند، لذا، تمرکز بر ارتقای سطح تحصیلی شاغلان در سطوح ابتدایی و راهنمایی به جای آموزش عالی، به افزایش رشد اقتصادی منجر خواهد شد.

خالصی (۱۳۸۴) در پژوهش رابطه بین اقتصاد نوین و بهره‌وری کل عوامل را بررسی کرده است. به بیان دیگر، نقش مؤلفه‌های مهم اقتصاد نوین و عوامل دیگر تعیین‌کننده در رشد بهره‌وری کل را توضیح داده و با توجه به مؤلفه‌های یاد شده راهکارهایی برای ارتقای بهره‌وری کل عوامل پیشنهاد داده است. وی در ابتدا بهره‌وری کل عوامل را از تلفیق دو رویکرد حسابداری رشد و برآورد تابع تولید با به‌کارگیری تکنیک‌های اقتصادسنجی محاسبه و سپس، رابطه بین مؤلفه‌های اقتصاد نوین نظیر تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درجه باز بودن اقتصاد و متغیرهای دیگر مانند تورم و تغییرات ساختاری

را با بهره‌وری کل عوامل با استفاده از تکنیک همجمعی برای دوره زمانی ۳۸-۱۳۸۲ مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، نسبت شاغلان علمی، فنی و تخصصی (به عنوان شاخصی از تحقیق و توسعه) و درجه باز بودن اقتصاد بر رشد بهره‌وری کل عوامل اثر مثبت، اما تورم و تغییرات ساختاری اثر منفی دارد. شایان ذکر است، نسبت شاغلان علمی، فنی و تخصصی و درجه باز بودن اقتصاد به ترتیب بیشترین اثر را بر ارتقای بهره‌وری کل دارند و این به مفهوم آن است که بهبود تحقیق و توسعه، افزایش صادرات کالا و خدمات و واردات کالاهای سرمایه‌ای با فناوری جدید در راستای اقتصادی مبتنی بر دانش به منظور ارتقای بهره‌وری کل در اقتصاد کشور اهمیت زیادی دارد.

رازینی (۱۳۸۱) رابطه بین صادرات و رشد بهره‌وری را مورد مطالعه قرار داده است. وی معتقد است، یک فرآیند آموزش ضمن صادرات<sup>۱</sup> وجود دارد و صادرات به صورت یک کانال برای انتقال تکنولوژی از خارج به داخل عمل می‌کند و اثرات سرریز تکنولوژیکی در بقیه اقتصاد ایجاد می‌کند. نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر مثبت درجه باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری کل عوامل (*TFP*) است.

صادقی (۱۳۸۲) به برآورد سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران پرداخته است. وی با محاسبه کشش تولیدی سرمایه انسانی به اهمیت سرمایه انسانی در مقایسه با سایر عوامل تولید اشاره کرده است. نتایج برآوردها نشان می‌دهد که اولاً، همواره در تمام معادلات عامل سرمایه انسانی یک عامل با ثبات و معنادار بوده و ضریب آن مثبت است. ثانیاً، سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی از طریق آموزش باعث توسعه توانایی‌ها، مهارت‌ها و اکتساب تجاری می‌شود که برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار از اهمیت خاصی برخوردار است.

#### ۴. بررسی روند بهره‌وری کل عوامل (*TFP*) در اقتصاد ایران

در تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید آنچه اهمیت بیشتری دارد تغییرات بهره‌وری در طول زمان است. در این راستا، روند تغییرات شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید را در دوره‌های زمانی مختلف مورد بررسی قرار می‌دهیم. با توجه به شرایط سیاسی و اقتصادی و برنامه‌های پنج ساله توسعه اقتصادی، روند بهره‌وری کل عوامل را در دوره‌های (۱۳۴۷-۱۳۵۶)، (۱۳۵۷-۱۳۶۷)، برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه به‌طور جداگانه تحلیل می‌نماییم.

در دوره (۴۷-۱۳۵۶)، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از عدد ۱۰۰ در ابتدای دوره به عدد ۱۵۰/۹ در انتهای دوره افزایش یافته که از متوسط نرخ رشد سالانه‌ای برابر ۲/۹ درصد برخوردار بوده و حدود ۳۴/۶ درصد رشد تولید را تأمین کرده است. در این دوره، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی (بیانگر تعداد پژوهشگران بالقوه)، نسبت

#### 1. Learning by exporting

تولید بالفعل به بالقوه (به عنوان جانشین میزان بهره‌برداری از ظرفیت‌های تولیدی) و درجه بازبودن اقتصاد دارای نرخ رشد مثبتی بوده‌اند و در تأمین رشد بهره‌وری نقش داشته‌اند (جدول ۱ ملاحظه شود). در دوره (۵۷-۱۳۶۷)، به علت وقوع انقلاب اسلامی و اعتصابات، جنگ تحمیلی و تحریم‌های اقتصادی، اقتصاد ایران در یک دوره رکود به سر می‌برده است و شاخص بهره‌وری کل عوامل به طور متوسط سالانه ۴/۳ درصد کاهش یافته است که در شرایط رکود و جنگ امری طبیعی به نظر می‌رسد. گفتنی است، در سال‌های جنگ تحمیلی به دلایل مختلف مانند: کمبود سوخت، قطعات یدکی، کالاهای واسطه‌ای و مواد اولیه، خسارات وارده بر امکانات و تجهیزات سرمایه‌ای، فرسودگی امکانات سرمایه‌ای و افزایش سن ماشین‌آلات و تجهیزات، کند شدن روند انتقال دانش فنی در قالب واردات کالاهای سرمایه‌ای، کاهش سهم تجارت با کشورهای پیشرفته در زمینه فناوری به دلیل تحریم‌های موجود و موارد دیگر، بخشی از ظرفیت‌ها بیکار مانده و بیکاری پنهان نیروی کار افزایش یافته و در نتیجه آن، بهره‌وری کل عوامل کاهش یافته است. در این دوره، نسبت تولید بالفعل به بالقوه و درجه باز بودن اقتصاد کاهش یافته و علل اصلی کاهش بهره‌وری بوده است. با توجه به این که سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان و درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی روندی افزایشی داشته‌اند، لذا از جنبه نظری انتظار می‌رود بخشی از اثرات منفی این عوامل را کاهش داده باشند.

در دوره برنامه اول توسعه، با پایان جنگ تحمیلی و شروع دوران بازسازی، اقتصاد کشور وارد دوره رونق اقتصادی شد، به نحوی که در سال‌های آغازین بازسازی به دلیل وجود ظرفیت‌های بیکار و بازسازی امکانات و تجهیزات خسارت دیده در طول جنگ تحمیلی و رفع موانع استفاده کامل از ظرفیت‌ها و امکانات سرمایه‌ای کشور، متوسط نرخ رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید ۳/۸ درصد بوده است و حدود ۵۱ درصد رشد تولید از این طریق بدست آمده است. در این دوره، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی، نسبت تولید بالفعل به بالقوه (به عنوان جانشین میزان بهره‌برداری از ظرفیت‌های تولیدی) و درجه بازبودن اقتصاد دارای نرخ رشد مثبتی بوده و در تأمین رشد بهره‌وری نقش داشته است.

در دوره برنامه دوم توسعه، بهره‌وری کل عوامل به طور متوسط سالانه ۰/۲ درصد افزایش داشته و حدود ۵ درصد رشد تولید را تأمین کرده است. کاهش درجه بازبودن اقتصاد، طولانی شدن دوره اجرای طرح‌های عمرانی، پایین بودن کارایی سرمایه‌گذاری، عدم استفاده کارآمد از سرمایه انسانی و دانش فنی در فرایند تولید از جمله دلایل رشد ناچیز بهره‌وری کل عوامل تولید بوده است. با توجه به اینکه سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی در این دوره همچنان دارای رشد مثبت بوده، لذا، این دو عامل نتوانسته است به دلیل اثرات منفی عوامل یادشده رشد زیادی در بهره‌وری ایجاد کنند.

در دوره برنامه پنج ساله سوم توسعه، با اجرای سیاست کاهش انحصارات و حرکت برای کاهش نقش تصدی‌گری دولت در اقتصاد، به تدریج شرایط بهبود رقابت‌پذیری در اقتصاد فراهم شد و بهره‌وری

کل عوامل به طور متوسط سالانه ۱/۴ درصد افزایش یافت و سهم آن در رشد اقتصادی به ۲۵/۶ درصد رسید. در این دوره، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، شاخص‌های سرمایه انسانی، میزان استفاده از ظرفیت‌ها و درجه باز بودن اقتصاد روندی افزایشی داشتند و به افزایش بهره‌وری کمک کرده‌اند. شایان ذکر است، همچنان طولانی بودن دوره اجرای طرح‌های عمرانی، پایین بودن کارایی سرمایه‌گذاری، عدم استفاده کارآمد از سرمایه انسانی و دانش فنی در فرایند تولید از جمله موانع رشد سریع بهره‌وری بوده‌اند.

در مجموع، در دوره ۱۳۴۷-۱۳۸۳، شاخص بهره‌وری کل عوامل از ۱۰۰ به ۱۰۷/۴ افزایش یافته و متوسط نرخ رشد سالانه آن حدود ۰/۲ درصد و سهم آن در تأمین رشد تولید حدود ۵ درصد بوده است. در این دوره، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان از ۱/۶ سال به ۷/۸ سال، سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از ۱/۳ درصد به ۱۲/۹ درصد، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی از ۴۹۸۸/۸ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ به ۲۹۹۶۲/۴ میلیارد ریال و نسبت تولید بالفعل به بالقوه از ۶۴/۸ درصد به ۸۷/۴ درصد افزایش یافته و تنها شاخص درجه باز بودن اقتصاد از ۶۱/۸ درصد به ۴۰/۲ درصد کاهش یافته است. بنابراین، کاهش رقابت‌پذیری اقتصاد، کارایی پایین هزینه‌های پژوهشی و سرمایه‌گذاری‌های دولت، عدم وجود انطباق بین مهارت و تخصص نیروی کار با مهارت مورد نیاز مشاغل، عدم تناسب بین اعتبارات پژوهشی و تعداد پژوهشگران، مصرف اعتبارات پژوهشی در امور جاری دستگاه‌های اجرایی و مسائلی مانند اینها رشد ناچیز بهره‌وری را موجب شده‌اند. به بیان دیگر، تخصیص نابهینه منابع و عدم استفاده بهینه از منابع موجود، دلیل اصلی پایین بودن بهره‌وری در کشور است که این مسأله ریشه در مدیریت دارد.



جدول ۱- داده‌های آماری شاخص بهره‌وری کل عوامل و عوامل مؤثر بر آن در دوره ۱۳۸۳-۴۷

سال	شاخص بهره‌وری کل عوامل	متوسط سال‌های تحصیل شاغلان (سال)	درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال	سرمایه تحقیق و توسعه دولتی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه (درصد)	درجه باز بودن اقتصاد (درصد)
۱۳۴۷	۱۰۰	۱/۶۲	۱/۳	۴۹۸۸/۸	۶۴/۸	۶۱/۸
۱۳۴۸	۱۰۸/۴	۱/۷۲	۱/۴	۵۲۳۰/۷	۶۷/۴	۶۳/۶
۱۳۴۹	۱۱۴/۲	۱/۸۱	۱/۶	۵۴۷۹/۱	۶۸/۶	۶۴/۴
۱۳۵۰	۱۲۳/۷	۱/۹۱	۱/۸	۵۷۵۲/۵	۷۲/۸	۶۷/۲
۱۳۵۱	۱۳۷/۰	۲/۰۲	۲/۰	۶۱۰۵/۳	۷۹/۹	۶۶/۴
۱۳۵۲	۱۳۸/۶	۲/۱۵	۲/۲	۶۴۷۰/۹	۸۱/۳	۷۳/۲
۱۳۵۳	۱۴۶/۹	۲/۳۸	۲/۵	۶۹۳۵/۲	۸۷/۴	۸۳/۹
۱۳۵۴	۱۴۰/۶	۲/۵۶	۲/۷	۷۵۴۲/۶	۸۸/۰	۹۴/۶
۱۳۵۵	۱۴۸/۸	۲/۷۹	۳/۰	۸۲۲۱/۰	۱۰۰/۰	۸۲/۷
۱۳۵۶	۱۴۶/۳	۲/۹۸	۳/۲	۸۹۱۸/۲	۹۴/۹	۸۷/۴
۱۳۵۷	۱۲۰/۹	۳/۱۴	۳/۳	۹۴۸۷/۹	۸۵/۹	۶۷/۰
۱۳۵۸	۱۱۱/۷	۳/۳۵	۳/۴	۹۷۹۵/۹	۸۰/۷	۵۵/۰
۱۳۵۹	۹۳/۰	۳/۵۰	۳/۶	۱۰۰۹۲/۸	۶۷/۴	۴۷/۸
۱۳۶۰	۸۷/۳	۳/۶۶	۳/۷	۱۰۳۳۵/۰	۶۳/۷	۴۷/۳
۱۳۶۱	۹۷/۱	۳/۸۳	۳/۹	۱۰۵۸۵/۷	۷۱/۰	۴۴/۷
۱۳۶۲	۱۰۵/۲	۴/۰۲	۴/۰	۱۰۹۳۶/۳	۷۸/۳	۵۳/۰
۱۳۶۳	۱۰۰/۹	۴/۱۴	۴/۲	۱۱۳۰۹/۳	۷۶/۲	۳۸/۶
۱۳۶۴	۱۰۱/۲	۴/۳۴	۴/۳	۱۱۶۹۶/۳	۷۷/۴	۳۴/۹
۱۳۶۵	۹۲/۹	۴/۵۴	۴/۵	۱۲۰۶۵/۸	۷۰/۰	۳۳/۰
۱۳۶۶	۹۰/۳	۴/۶۹	۴/۷	۱۲۴۷۲/۷	۶۹/۰	۴۰/۴
۱۳۶۷	۸۴/۳	۴/۸۴	۴/۹	۱۲۹۰۹/۷	۶۴/۹	۴۱/۱
۱۳۶۸	۸۷/۰	۵/۰۱	۵/۲	۱۳۴۶۴/۸	۶۸/۳	۴۴/۷
۱۳۶۹	۹۴/۹	۵/۲۲	۵/۴	۱۴۲۹۶/۲	۷۷/۳	۵۱/۰
۱۳۷۰	۱۰۱/۴	۵/۳۹	۵/۶	۱۵۱۷۷/۶	۸۵/۹	۵۷/۵
۱۳۷۱	۱۰۲/۵	۵/۵۴	۶/۲	۱۶۱۲۷/۲	۸۸/۲	۵۲/۶
۱۳۷۲	۱۰۱/۴	۵/۷۱	۶/۹	۱۷۱۹۲/۶	۸۸/۰	۵۰/۲
۱۳۷۳	۹۹/۴	۵/۹۰	۷/۷	۱۸۰۳۰/۵	۸۶/۸	۴۱/۷
۱۳۷۴	۹۹/۵	۶/۰۶	۸/۵	۱۸۸۶۲/۳	۸۷/۳	۳۵/۳
۱۳۷۵	۱۰۱/۷	۶/۲۹	۹/۴	۱۹۶۴۲/۷	۹۰/۱	۳۵/۸

ادامه جدول ۱- داده‌های آماری شاخص بهره‌وری کل عوامل و عوامل مؤثر بر آن در دوره ۱۳۸۳-۴۷

سال	شاخص بهره‌وری کل عوامل	متوسط سال‌های تحصیل شاغلان (سال)	درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال	سرمایه تحقیق و توسعه دولتی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه (درصد)	درجه باز بودن اقتصاد (درصد)
۱۳۷۶	۱۰۲/۴	۶/۴۷	۹/۶	۲۰۴۵۶/۹	۸۹/۷	۳۲/۷
۱۳۷۷	۱۰۲/۴	۶/۶۵	۹/۸	۲۱۲۸۱/۷	۸۹/۰	۳۳/۷
۱۳۷۸	۱۰۰/۲	۶/۸۶	۱۰/۰	۲۲۲۳۳/۶	۸۶/۸	۳۲/۶
۱۳۷۹	۱۰۱/۹	۷/۱۰	۱۰/۲	۲۳۳۲۲/۳	۸۷/۲	۳۲/۴
۱۳۸۰	۱۰۱/۸	۷/۳۳	۱۰/۸	۲۴۶۶۴/۳	۸۵/۸	۳۳/۳
۱۳۸۱	۱۰۴/۶	۷/۵۲	۱۱/۵	۲۶۱۴۸/۷	۸۷/۵	۳۵/۹
۱۳۸۲	۱۰۶/۸	۷/۷۵	۱۲/۳	۲۸۱۵۳/۹	۸۸/۴	۳۹/۴
۱۳۸۳	۱۰۷/۴	۷/۸۱	۱۲/۹	۲۹۹۶۲/۴	۸۷/۴	۴۰/۲

مأخذ: آمارهای شاخص بهره‌وری کل عوامل و نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه توسط پژوهشگران حاضر برآورد شده و آمار درجه باز بودن اقتصاد بر مبنای آمارهای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران محاسبه شده است. سایر آمارها از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (سابق) اخذ شده است.

##### ۵. معرفی الگوی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل (TFP)

براساس مباحث نظری مطرح‌شده، انتظار می‌رود نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع آموزش و سرمایه تحقیق و توسعه دولتی به عنوان جانشینی برای فناوری بر بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت داشته باشند. افزون بر این، میزان استفاده از ظرفیت‌های تولیدی بر بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیر مثبت دارد، یعنی کاهش ظرفیت‌های بیکار به افزایش بهره‌وری منجر می‌شود. برای آزمون فرضیات یادشده، تابع بهره‌وری کل عوامل را به صورت زیر تصریح می‌کنیم:

$$\text{Log}(TFP) = \alpha_1 + \alpha_2 \text{Log}(KR \& D) + \alpha_3 LHE + \alpha_4 \text{Log}(UR) + \alpha_5 T \quad (12)$$

که در آن:

*TFP*: شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید،

*KR&D*: سرمایه تحقیق و توسعه دولتی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)<sup>۱</sup>،

*LHE*: نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع آموزش،

*UR*: نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه ضرب در ۱۰۰ به عنوان شاخص نرخ بهره برداری از ظرفیت،

*T*: متغیر روند زمانی به عنوان جانشین سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری.

## ۶. داده‌های آماری

برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل به داده‌های آماری سری زمانی تولید ناخالص داخلی، جمعیت شاغل، موجودی سرمایه ثابت فیزیکی و کشش تولیدی نیروی کار و سرمایه نیاز است. آمارهای تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل (پایه) و برحسب قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ از حساب‌های ملی ایران که توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران منتشر می‌شود، جمع‌آوری کرده‌ایم. آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی و سرمایه تحقیق و توسعه دولتی از دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (سابق) و سرمایه ثابت فیزیکی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ از مطالعه امینی و نشاط (۱۳۸۴) اخذ شده است. برای محاسبه نسبت تولید بالفعل به بالقوه، ابتدا تولید بالقوه با روش خط روند اوج‌های تعدیل‌شده و بر اساس بهترین روند زمانی آن برآورد و سپس، این نسبت را محاسبه کرده‌ایم.<sup>۲</sup> برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل از روش شاخص دیویژیا استفاده کرده و کشش تولیدی سرمایه از طریق برآورد یک تابع تولید کاب-داگلاس با فرض همگنی خطی به روش *ARDL* برآورد کرده‌ایم که نتیجه آن، نشان می‌دهد مقدار این کشش، حدود ۰/۳۲ است.

۱. گفتنی است، آمارهای سری زمانی هزینه‌های تحقیق و توسعه در بانک‌ها، شرکت‌های دولتی، سایر مؤسسات وابسته به بخش عمومی و بخش خصوصی وجود ندارد و بالطبع امکان برآورد سرمایه تحقیق و توسعه مربوطه وجود ندارد.

۲. برای اطلاع از جزئیات این روش به ماخذ (۳)، مراجعه شود.

### ۷. روش برآورد

برای تعیین روش مناسب برآورد، لازم است ابتدا آزمون‌های ریشه واحد در خصوص پایایی متغیرها انجام شود. در بررسی پایایی متغیرها این نتیجه به دست آمد که لگاریتم سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی  $I(2)$ ، لگاریتم شاخص بهره‌وری کل عوامل  $I(1)$  و لگاریتم نسبت تولید بالفعل به بالقوه  $I(0)$  است، لذا، در برآورد الگو به روش‌های سنتی نظیر  $OLS$ ، باید از متغیرها در سطح و تفاضل مرتبه اول و دوم آنها استفاده نماییم تا مشکل رگرسیون کاذب پیش نیاید، ولی از آنجاییکه براساس مباحث نظری ما نیاز به یک رابطه بلندمدت بین متغیرها داریم، به ناچار از روش دیگری برای برآورد الگو استفاده می‌نماییم.

در این پژوهش، برای برآورد الگوها و ضریب‌های متغیرها از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده<sup>۱</sup> ( $ARDL$ ) استفاده می‌کنیم. مزیت استفاده از این الگو در این است که تمامی متغیرها لازم نیست پایا باشند و تنها کافی است ترکیب خطی آنها پایا باشد.

### ۸. برآورد الگو و تحلیل نتایج

در این قسمت، تابع بهره‌وری کل عوامل با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده برای اقتصاد ایران در دوره ۱۳۴۷-۱۳۸۳ و با استفاده از نرم‌افزار *Microfit* برآورد می‌شود. پس از تعیین طول وقفه بهینه با استفاده از آماره‌های آکائیک و شوارتز، فرم  $ARDL$  مورد تخمین قرار گرفت و آزمون‌های لازم در مورد آن انجام شد. با استفاده از آزمون  $LM$  در نرم‌افزار *Microfit* آزمونهای خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی انجام شده است که آماره  $\chi^2$  دو برای خودهمبستگی برابر ۰/۲۱ و برای واریانس همسانی برابر ۰/۳۵ است که وجود همبستگی پیاپی در سطوح معنادار معمول (۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱) بین جملات خطا و واریانس ناهمسانی تایید نمی‌شود. همچنین، بر اساس آزمون نرمال بودن، آماره یادشده برابر ۰/۴۴ است که بیانگر آن است که پسماندها نرمال توزیع شده‌اند. برای آزمون همجمعی، این فرضیه مورد آزمون قرار می‌گیرد که ضریب متغیر وابسته با وقفه کوچکتر از یک است یا خیر؟ مقدار آماره  $t$  برابر ۱۰/۸- است که از مقدار بحرانی ارایه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر در سطح اطمینان ۹۵ درصد (یعنی ۳/۲۸-) کوچکتر است و فرضیه صفر مبنی بر کوچکتر از یک نبودن ضریب متغیر وابسته باوقفه رد می‌شود. بنابراین، براساس آزمون همجمعی وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید و متغیرهای مستقل تایید شده است. با توجه به وجود

1. Auto-Regressive Distributed Lag(ARDL).

رابطه تعادلی بلندمدت، اکنون به بررسی نتایج زیر در خصوص برآورد ضرایب بلندمدت مدل می‌پردازیم:<sup>۱</sup>

$$\begin{aligned} \text{Log}(TFP) = & 0/268 \text{Log}(KR \& D) + 0/057 \text{LHE} + 0/68 \text{Log}(UR) \\ & (6/69) \quad (9/86) \quad (7/54) \\ -0/042T - 0/102D_6 + 0/088D_{53} - 0/043DW & (13) \\ & (-14/99) \quad (-3/54) \quad (3/32) \quad (-2/21) \end{aligned}$$

همانطور که مشاهده می‌شود، براساس آماره‌های  $t$  داخل پرانتزها، تمامی ضرایب الگو در سطح احتمال ۹۵ درصد معنادار می‌باشند. در مدل برآوردی سه متغیر مجازی  $D53$ ،  $D60$  و  $DW$  در نظر گرفته شده است. متغیر مجازی  $D53$  به منظور در نظر گرفتن اثرات تکانه نفتی سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴ بر اقتصاد ایران است. به دلیل وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی، انتظار می‌رود با افزایش ناگهانی قیمت جهانی نفت، شاهد افزایش رشد تولیدی باشیم که بخشی از این رشد به منابع سنتی رشد (یعنی کار و سرمایه) ارتباطی نداشته باشد و در نتیجه، به افزایش بهره‌وری کل عوامل منجر شود، زیرا بهره‌وری کل عوامل ( $TFP$ ) طبق تعریف، آن بخش از رشد تولید را اندازه‌گیری می‌کند که ناشی از افزایش نیروی کار و سرمایه نیست. ضریب مثبت  $D53$  که برابر  $0/088$  و از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است، تأییدکننده موضوع ذکر شده می‌باشد.

متغیر مجازی  $DW$  برای در نظر گرفتن اثرات منفی جنگ تحمیلی بر اقتصاد ایران در سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۶۷ است. شایان ذکر است، معمولاً در شرایط جنگ، بنگاه‌ها با محدودیت‌های زیادی در زمینه دستیابی به ترکیب بهینه عوامل تولید مواجه هستند و کارایی استفاده از عوامل تولید پایین‌تر از زمان صلح است و این به معنای بهره‌وری پایین‌تر کار و سرمایه است و در نتیجه، بهره‌وری کل عوامل ( $TFP$ ) نیز پایین‌تر است. به طور مثال، با تخریب بخشی از امکانات سرمایه‌ای و به دلیل چسبندگی‌های موجود در بازار کار (به دلیل قانون کار و علاقه بنگاه‌ها به حفظ نیروهای با تجربه)، ترکیب بهینه نیروی کار و سرمایه از بین می‌رود و نیروی کار بیشتر از حد بهینه خواهد شد که نتیجه

۱. در ضمن، در خصوص وارد کردن متغیرهای دیگر مانند: نسبت شاغلان علمی، فنی و تخصصی، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، درجه باز بودن اقتصاد، سهم واردات به تولید ناخالص داخلی به عنوان جانشین اثر سرریز تحقیق و توسعه خارجی به داخل کشور، نسبت صادرات غیرنفتی به تولید، نرخ بیکاری، نرخ تورم، امید به زندگی و شاخص رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی (نسبت خالص صادرات به حجم تجارت) بررسی‌های لازم انجام گردید و سپس، به دلیل معنادار نبودن پارامترهای برآورد شده و یا خلاف انتظار بودن علامت‌های آنها و یا سایر مشکلات اقتصادسنجی، این متغیرها وارد مدل نشدند.

آن، کاهش بهره‌وری نیروی کار است. از سوی دیگر، در هنگام رفتن بخشی از نیروی کار بنگاه‌ها به جبهه‌های جنگ، برای مدت زمان حضور نیروی کار در جبهه‌ها، شاهد این خواهیم بود که نیروی کار کمتر از حد بهینه شود و از تمامی ظرفیت امکانات سرمایه‌ای به نحو بهینه استفاده نشود. افزون بر این، در سال‌های جنگ تحمیلی، به دلیل کمبود سوخت، قطعات یدکی ماشین‌آلات، کالاهای واسطه‌ای و تحریم اقتصادی و محدودیت‌های صدور کالا به خارج و خسارات وارده بر اراضی کشاورزی انتظار کاهش بهره‌وری منطقی است. ضریب متغیر مجازی سال‌های جنگ تحمیلی ( $DW$ ) که برابر  $0.43-$  و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار می باشد، تأییدکننده اثرات منفی جنگ بر بهره‌وری است.

آخرین متغیر مجازی  $D60$  است که برای سال ۱۳۶۰ برابر یک و برای سال‌های دیگر برابر صفر تعریف شده است. این متغیر مجازی به منظور در نظر گرفتن اثرات تکانه آغاز جنگ تحمیلی در اولین سال آن است. به بیان دیگر، فرض می‌شود شروع جنگ یک اثرات اولیه منفی زیاد بر اقتصاد دارد ولی بعد از آن و با تعدیل اقتصاد با شرایط زمان جنگ، این اثرات منفی کمتر می‌شود. بدین منظور، علاوه بر  $DW$  از یک متغیر مجازی دیگر به نام  $D60$  نیز استفاده کرده‌ایم. با توجه به اینکه جنگ تحمیلی اواخر شهریور ۱۳۵۹ آغاز شد و در طول ۶ ماه اثرات کامل جنگ بر اقتصاد ظاهر نمی‌شود، لذا متغیر مجازی برای سال ۱۳۶۰ در نظر گرفته شده است. انتخاب سال ۱۳۶۰ براساس مشاهده نمودار پسماندهای مدل بدون متغیر مجازی  $D60$  صورت گرفته است که با ملاحظه این نمودار مشخص شد در این سال پسماندهای مدل از محدوده مجاز فراتر رفته است. سپس، پس از اضافه کردن متغیر مجازی  $D60$ ، بار دیگر نمودار پسماندها مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه به دست آمد که پسماندها در تمامی سال‌ها در محدوده مجاز قرار دارند. همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد، انتظار می‌رود شروع جنگ در سال اول یک تکانه منفی قویتری بر بهره‌وری بگذارد که ضریب متغیر مجازی  $D60$  که برابر  $0.102-$  و قدر مطلق آن نسبت به ضریب متغیر مجازی  $DW$  حدود  $2/4$  برابر بیشتر است، تأییدکننده اثرات قویتر تکانه شروع جنگ بر اقتصاد ایران است. در مجموع، ورود متغیر مجازی یادشده به بهبود برازش مدل و تعدیل پرش داده‌ها کمک زیادی می‌کند.

در الگوی برآورد شده، ضریب سرمایه انسانی حدود  $0.057$  است، یعنی با فرض ثابت بودن سایر عوامل، یک واحد درصد افزایش در نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به  $5/7$  درصد افزایش در بهره‌وری کل عوامل تولید منجر می‌شود. بنابراین، ادامه سیاست‌های توسعه آموزشی دولت می‌تواند بخش قابل ملاحظه‌ای از رشد بهره‌وری مورد نیاز را تأمین کند. برای ارتقای اثربخشی سطح آموزش بر بهره‌وری می‌توان به ارتقای سطح کیفی آموزش‌ها، به روز کردن محتوای آموزش و تناسب آن با نیاز بازار کار، تحولات آتی اقتصاد جهانی و آثار آن بر بازار کار کشور و ایجاد انطباق بیشتر بین مهارت و تخصص افراد و تخصص مورد نیاز مشاغل توجه نمود. در برنامه چهارم توسعه، ادامه سیاست‌های گسترش آموزش مدنظر قرار گرفته و مقرر شده درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی از  $11/5$  درصد به  $14/2$

درصد، شاخص توسعه آموزشی (از ۱۰۰) از ۷۸ به ۸۴ و درصد باسوادان ۶ ساله و بالاتر از ۸۵/۵ به ۹۰ افزایش یابد. در صورت تحقق این اهداف و استفاده بهینه از سرمایه انسانی در فرایند تولید، می‌توان انتظار داشت اثر بخشی سرمایه انسانی بر بهره‌وری افزایش یابد.

کشش بهره‌وری کل عوامل نسبت به سرمایه تحقیق و توسعه دولتی برابر ۰/۳ است و بیانگر آن است که با ثابت بودن سایر عوامل، یک درصد افزایش در سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، بهره‌وری کل عوامل را ۰/۳ درصد افزایش می‌دهد.

گفتنی است، اثربخشی به نسبت کم هزینه‌های تحقیق و توسعه دولتی، به دلیل کارایی پایین دولت در انجام طرح‌های تحقیقاتی و تعداد کم پژوهشگران است.<sup>۱</sup> شایان ذکر است، در صورتی که کارایی هزینه‌های تحقیق و توسعه دولتی افزایش یابد و از خرد شدن بیش از حد بودجه‌های پژوهشی اجتناب شود و بین بودجه‌های پژوهشی و تعداد پژوهشگران واقعی و کارآمد ارتباط منطقی برقرار شود، انتظار می‌رود اثر سرمایه تحقیق و توسعه دولتی بر بهره‌وری افزایش یابد. به بیان دیگر، برای افزایش اثربخشی سرمایه تحقیق و توسعه بر بهره‌وری لازم است همراه با افزایش سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی نیز افزایش یابد تا تعداد پژوهشگران نیز متناسب با آن افزایش یابد.

بدیهی است، افزایش توأم سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی (پژوهشگران) به تسریع نرخ ابداعات و ارتقای دانش فنی کشور کمک می‌کند و از این طریق به افزایش نرخ پیشرفت فنی و رشد بهره‌وری کل عوامل منجر می‌شود. با توجه به اینکه در بسیاری از واحدهای اقتصادی کوچک و متوسط کشور (نظیر واحدهای کشاورزی سنتی، صنایع و صنوف تولیدی کوچک، صنوف خدماتی، صنوف توزیعی و خدمات فنی) تحقیق و پژوهش جایگاهی ندارد (به دلیل سطح سواد پایین کارفرمایان و بنیه مالی ضعیف این واحدها)، لذا نقش تحقیق و توسعه دولتی در ارتقای بهره‌وری بسیار حایز اهمیت است و مهم‌تر از آن لازم است نظام پژوهشی دولت در جهت افزایش کارایی اصلاح شود. شایان ذکر است، در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی مطرح شده که ایران در افق چشم‌انداز باید کشوری توسعه‌یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه باشد. همچنین، کشور می‌بایست برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فناوری و متکی بر سهم برتر منابع انسانی در تولید ملی باشد. برای تحقق این امر لازم است به افزایش سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل شاغلان به‌عنوان منبع تأمین پژوهشگران و افزایش رشد

۱. قابل توجه است، در بهار سال ۱۳۸۳، تنها حدود ۸/۵ درصد شاغلان را متخصصان تشکیل داده اند (مرکز آمار ایران) و بر اساس ارقام ارائه‌شده در جداول اهداف کمی قانون برنامه چهارم توسعه، تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در تحقیق و توسعه نیز به ازای هر میلیون نفر حدود ۳۳۶ نفر بوده است که به‌طور آشکار کمبود پژوهشگران را در اقتصاد کشور نشان می‌دهد.

سرمایه تحقیق و توسعه و کارایی هزینه‌های پژوهشی اهمیت بیشتری داده شود تا فرایند تولید و به‌کارگیری علم و فناوری در کشور تسریع شود. در این راستا، برنامه چهارم توسعه به مقوله تحقیق و توسعه توجه خاصی مبذول کرده و مقرر شده درصد اعتبارات پژوهشی به تولید ناخالص داخلی از ۰/۸۷ به ۲/۵، تعداد دانشمندان و مهندسان شاغل در تحقیق و توسعه (به ازای هر میلیون نفر) از ۳۳۶ به ۲۰۰۰، تعداد ثبت جواز امتیاز علمی (به ازای هر میلیون نفر) از ۱ به ۴، شاخص دستیابی به فناوری از ۰/۲۶ به ۰/۴۵ و درصد صادرات کالاهای فناوری پیشرفته به کل صادرات غیر نفتی از ۲ به ۶ افزایش یابد. ضریب متغیر درصد استفاده از ظرفیتهای تولیدی برابر ۰/۶۱ است، یعنی با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ۱ درصد افزایش در نسبت تولید بالفعل به بالقوه، بهره‌وری کل عوامل تولید را ۰/۶۱ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین، بخشی از رشد بهره‌وری از طریق سیاستهای رفع موانع رشد تولید و استفاده بیشتر از ظرفیتهای بدون استفاده قابل تأمین است. توسعه کارآفرینی به منظور تولید کالاها و خدمات جدید و افزایش کیفیت کالاها و خدمات و یا کاهش قیمت تمام شده، توجه بیشتر به بازاریابی در سطح بازارهای جهانی و تعامل فعال با اقتصاد جهانی از جمله راهکارهای استفاده بیشتر از ظرفیتهای بیکار است.

ضریب متغیر روند زمانی ۰/۰۴- است و بیانگر اثر منفی سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری است که بنا به دلایل اقتصادسنجی وارد مدل نشده‌اند. به طور مثال، کاهش اثرات سرریز تحقیق و توسعه خارجی به دلیل کاهش سهم واردات از کشورهای OECD که به لحاظ تکنولوژیکی در سطح بالایی قرار دارند و یا تخصیص ناهمینه منابع و عدم بهره‌برداری بهینه از منابع موجود، کاهش رقابت‌پذیری اقتصاد و بالا بودن نرخ‌های تورم و بیکاری می‌تواند توجیه کننده این اثر منفی باشد.

شایان ذکر است، در الگوی تصحیح خطای تابع بهره‌وری کل عوامل، تمامی ضرایب برآوردشده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار و علامت‌های پارامترها مانند ضرایب بلندمدت هستند و ضریب جمله تصحیح خطای مدل برابر منفی ۰/۸۲ و در سطح اطمینان یادشده معنادار بوده و نشان می‌دهد که در هر سال، ۰/۸۲ از عدم تعادل بهره‌وری در یک دوره، در دوره بعد تعدیل می‌شود. در الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده هم تمامی ضرایب در سطح اطمینان ذکرشده معنادار هستند.

## ۹. نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش، عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل را با تأکید بر تحقیق و توسعه دولتی، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی و نرخ بهره برداری از ظرفیتهای تولیدی مورد بررسی قرار دادیم. براساس نتایج به‌دست آمده، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل داشته است. با فرض ثابت



بودن سایر عوامل، یک واحد درصد افزایش در سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی، بهره‌وری کل عوامل را ۵/۷ درصد افزایش می‌دهد. با رفع نارسایی‌های موجود در نظام آموزشی کشور (به لحاظ محتوای آموزش‌ها، قدرت خلاقیت و نوآوری، سطح پایین کیفیت آموزش‌ها و نامتناسب بودن با نیاز بازار کار) و ساختار بازار کار به لحاظ عدم انطباق بین مهارت و تخصص نیروی کار با مهارت مورد نیاز هر شغل، می‌توان اثربخشی سرمایه انسانی از نوع آموزش بر بهره‌وری را بیشتر از این افزایش داد. از طریق رفع موانع استفاده از ظرفیت‌های بیکار نیز می‌توان بر رشد بهره‌وری افزود. اگرچه سرمایه تحقیق و توسعه دولتی اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری دارد، ولی این اثربخشی به نسبت کم است که یکی از دلایل آن کارایی پایین هزینه‌های پژوهشی در بخش دولتی و تعداد کم پژوهشگران در کشور است.

گفتنی است، از یک سوی بخشی از هزینه‌های پژوهشی دولتی در امور غیر پژوهشی صرف می‌شود و از سوی دیگر، این اعتبارات به شکل بسیار خرد بین طرح‌های پژوهشی تقسیم می‌شود و در عمل، کارایی لازم را ندارد. افزون بر این، بسیاری از پروژه‌های پژوهشی در بخش دولتی به شکلی انجام نمی‌شود که در عمل مورد استفاده قرار گیرد و به ارتقای سطح فناوری منجر شود. شایان ذکر است، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی می‌توانند به صورت دو عامل مکمل نقش مهمی در ارتقای بهره‌وری کل عوامل داشته باشند. با توجه به پایین بودن درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی و سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید، می‌توان با افزایش توأم سهم نیروی انسانی متخصص در کل اشتغال و هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید بر رشد بهره‌وری افزود. قابل توجه است، در صورتی که کارایی هزینه‌های تحقیق و توسعه دولتی افزایش یابد و از خرد شدن بیش از حد بودجه‌های پژوهشی اجتناب شود و بین بودجه‌های پژوهشی و تعداد پژوهشگران واقعی و کارآمد ارتباط منطقی برقرار شود، انتظار می‌رود اثر سرمایه تحقیق و توسعه دولتی بر بهره‌وری بیشتر شود. با توجه به اینکه تعداد واحدهای اقتصادی کوچک و متوسط در اقتصاد ایران بسیار زیاد است و این واحدها به دلیل بنیه ضعیف مالی و عدم برخورداری از نیروی انسانی محقق و نوآور، امکان پژوهش ندارند، لذا افزایش سرمایه تحقیق و توسعه دولتی به همراه افزایش کارایی هزینه‌های پژوهشی از اهمیت زیادی برخوردار است. در این ارتباط، سیاست‌های برنامه چهارم توسعه نیز به ارتقای شاخص‌های سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه توجه خاصی کرده است. سایر عوامل مؤثر در قالب متغیر روند زمانی اثر منفی بر بهره‌وری داشته‌اند. این اثر منفی می‌تواند در اثر کاهش سرریز تحقیق و توسعه خارجی، تخصیص نابهینه منابع و عدم استفاده بهینه از منابع موجود، کاهش رقابت‌پذیری در اقتصاد و بالا بودن نرخ‌های تورم و بیکاری باشد.

در مجموع، در دوره ۴۷-۱۳۸۳، شاخص بهره‌وری کل عوامل از ۱۰۰ به ۱۰۷/۴ افزایش یافته و تنها ۵ درصد رشد تولید را تأمین کرده است. در این دوره، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان از ۱/۶ سال به ۷/۸ سال، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی از ۴۹۸۸/۸ میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ به

۲۹۹۶۲/۴ میلیارد ریال، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی از ۱/۳ به ۱۲/۹ و نسبت تولید بالفعل به بالقوه (به عنوان جانشین نرخ بهره‌برداری از ظرفیت‌های تولیدی) از ۶۴/۸ درصد به ۸۷/۴ درصد ارتقا یافته است. در ضمن، شاخص درجه بازبودن اقتصاد به سوی تجارت خارجی از ۶۱/۸ درصد به ۴۰/۲ درصد کاهش یافته است. بنابراین، به رغم افزایش سرمایه انسانی و دانش فنی و استفاده بیشتر از ظرفیت‌ها، شاخص بهره‌وری کل عوامل در یک روند بلندمدت رشد ناچیزی داشته است که دلیل اصلی آن را باید در کارایی پایین استفاده از این عوامل و کاهش درجه بازبودن اقتصاد به سمت تجارت خارجی جستجو کرد. شایان ذکر است، بهره‌وری کل عوامل در برنامه پنج ساله سوم توسعه به‌طور متوسط سالانه ۱/۴ درصد افزایش یافته و سهم آن در تأمین رشد اقتصادی به ۲۵/۶ درصد افزایش یافته است. در برنامه چهارم توسعه مقرر شده رشد بهره‌وری کل عوامل به ۲/۵ درصد و سهم آن در تأمین رشد اقتصادی به ۳۱/۳ درصد برسد. بنابراین، برای تحقق هدف برنامه به تلاش‌های اساسی و بنیادین در خصوص تبدیل اقتصاد کشور به یک اقتصاد بهره‌ور محور نیاز است.

با توجه به اینکه در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی مقرر شده که ایران به قدرت اول علمی و فناوری در سطح منطقه تبدیل شود و به موضوعاتی نظیر ارتقاء سرمایه انسانی و افزایش سهم آن در تولید، ارتقای سطح فناوری و برخورداری از دانش پیشرفته، توانایی در تولید علم و فناوری و تعامل مؤثر و سازنده با جهان تأکید شده است و برنامه چهارم توسعه نیز با توجه به اصول تعیین شده در این سند و برای تحقق اهداف آن تدوین شده است، لذا بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان توصیه‌های سیاستی زیر را در جهت رشد سریع‌تر بهره‌وری کل عوامل مطرح نمود:

۱. افزایش نرخ رشد سرمایه تحقیق و توسعه دولتی از طریق تخصیص اعتبارات بیشتر در امور پژوهشی،
۲. افزایش کارایی هزینه‌های تحقیق و توسعه دولتی از راه‌هایی نظیر تخصیص بهتر اعتبارات دولتی در طرح‌های پژوهشی، افزایش دقت در انتخاب پژوهشگران، اجتناب از خرد شدن بیش از حد بودجه‌های تحقیقاتی، ایجاد تناسب بین بودجه‌های پژوهشی و تعداد پژوهشگران واقعی، اجتناب از مصرف آن در امور غیر پژوهش و جز اینها،
۳. توسعه دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا به منظور افزایش سریع‌تر تعداد پژوهشگران،
۴. حمایت از ایجاد و گسترش واحدهای تحقیق و توسعه در بنگاه‌های اقتصادی بخش غیردولتی در راستای سرعت دادن به روند جذب پژوهشگران و نوآوران و پیشرفت فناوری.
۵. جذب بیشتر اثرات سرریز تحقیق و توسعه کشورهای پیشرفته در زمینه فناوری و بومی کردن آن با توجه به شرایط کشور،

۶. کارآمد نمودن نظام آموزشی کشور برای تقویت روحیه خلاقیت و نوآوری، بهبود سطح کیفی آموزش‌ها، انطباق بخشیدن بین آموزش‌ها و نیاز بازار کار، به روز کردن محتوای آموزش‌ها و هماهنگ کردن آنها با تحولات اقتصادی، علمی و صنعتی،
۷. افزایش سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال از طریق گسترش شرایط رقابتی در اقتصاد به منظور ایجاد انگیزه در کارفرمایان در استخدام نیروی کار متخصص،
۸. افزایش انطباق بین تخصص و مهارت نیروی کار و مهارت مورد نیاز مشاغل،
۹. تلاش برای رفع موانع استفاده از ظرفیت‌های بدون استفاده تولیدی از راه‌هایی نظیر: توسعه کارآفرینی به منظور تولید کالاها و خدمات جدید، ارتقای سطح کیفی کالاها و خدمات و کاهش قیمت تمام‌شده کالاها و خدمات، گسترش رقابت در عرصه صادرات، رفع موانع صادراتی، بهبود بسته‌بندی و توجه بیشتر به بازاریابی، برقراری روابط خارجی به دور از تنش و جز اینها.

## منابع

- امینی، علیرضا. (۱۳۷۳). تعیین مقدار بهینه استفاده از کود شیمیایی در کشت محصول گندم آبی در هر یک از استانهای کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی.
- امینی، علیرضا، حاجی محمد نشاط و اصلاحچی محمد رضا. (مردادماه ۱۳۸۴). برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش های اقتصادی. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دفتر برنامه ریزی و مدیریت اقتصاد کلان.
- امینی، علیرضا و حاجی؛ محمد نشاط. (دیماه ۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۸۱-۱۳۳۸. مجله علمی- ترویجی برنامه و بودجه، شماره ۹۰.
- امینی، علیرضا. (مرداد ماه ۱۳۸۵). برآورد مقدماتی سرمایه تحقیق و توسعه دولتی در اقتصاد ایران در دوره ۸۳-۱۳۴۷. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دفتر برنامه ریزی و مدیریت اقتصاد کلان.
- امینی، علیرضا. (اردیبهشت ماه ۱۳۸۵). مجموعه آماری سری زمانی آمارهای بازار کار. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دفتر برنامه ریزی و مدیریت اقتصاد کلان.
- امینی، علیرضا. (۱۳۸۵). اندازه گیری و تحلیل روند شاخص های بهره وری به تفکیک بخش های اقتصادی ایران. مجله علمی- ترویجی برنامه و بودجه، شماره ۹۳.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. حسابهای ملی ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، اداره حسابهای اقتصادی.
- جونز، هایول. (۱۳۷۰). درآمدی به نظریه های جدید رشد اقتصادی. ترجمه صالح لطفی، چاپ اول، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- خالصی، امیر. (تابستان ۱۳۸۴). اقتصاد نوین و بهره وری در ایران، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، سال اول، شماره اول.
- درگاهی، حسین و قدیری، امراله (بهار ۱۳۸۲). تجزیه و تحلیل عوامل تعیین کننده در رشد اقتصادی ایران. پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۲۶.
- رازینی، ابراهیم و دیگران. (شهریور ماه ۱۳۸۱). بررسی اثر صادرات بر رشد بهره وری. وزارت بازرگانی، معاونت برنامه ریزی و بررسی های اقتصادی، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (آذرماه ۱۳۸۲). سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی و سیاستهای کلی برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. (آبان ماه ۱۳۸۳). قانون برنامه چهارم توسعه.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۸۵). سند فرابخشی ارتقای بهره‌وری. مجموعه اسناد ملی توسعه در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، اسناد توسعه ویژه (فرابخشی)، جلد اول.

سبحانی، حسن. (۱۳۷۱). بازدهی سرمایه‌گذاری آموزشی. مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۴۵، ص ۷۶. صادقی، مسعود و دیگران. (زمستان ۱۳۸۲). برآورد سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۷.

کمیجانی، اکبر و شاه‌آبادی، ابوالفضل. (بهار ۱۳۸۰). بررسی اثر فعالیت‌های *R&D* داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل تولید. پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۱۸. کمیجانی، اکبر و معمارنژاد. (تابستان ۱۳۸۳). اهمیت کیفیت نیروی انسانی و *R&D* در رشد اقتصادی. پژوهشنامه بازرگانی، فصلنامه شماره ۳۱.

نبیلی، مسعود و نفیسی، شهاب. (زمستان ۱۳۸۲). رابطه سرمایه انسانی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۷.

Aghion, P. and P. Howitt, (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, vol 60, No 2.

Asian productivity organization (APO), (2001). Measuring Total Factor Productivity, Tokyo, pp.2-5.

Asian productivity organization (APO), (2004) "Total Factor Productivity Growth, Tokyo, , pp.25-29.

Barro, R and X. Sala-i-Martin, (1995). *Economic Growth*, New York. McGraw Hill, Advanced Series in Economic.

Cameron, G and Muellbauer, J (1994), 'R&D, Productivity, and the Case for a UK R&D tax credit. Nuffield College, Oxford.

Coe, D. T., E. Helpman (1995), International R&D spillovers, *European Economic Review*, vol. 39, No. 5, pp.859-887.

Edwards, S. (1998). Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know? *Economic Journal* Vol 108, No 447.

Grossman, G. and E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, Massachusetts and London, MIT press.

Jacobs, B., R. Nahuis, P.J.G. Tang (1998). Human capital, R&D, productivity growth and assimilation of technologies in the Netherlands. CPB Research Memorandum.

Lucas, R.E. (1988). On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economic*, vol 22.

- Medda, G. and Piga, C. (2003), ' On the Relationship between R&D and Productivity: A Treatment Effect Analysis, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute.
- Miller, M., and P. Upadhyay, (2000), The Effects of Openness, Trade Orientation, and Human Capital on Total Factor Productivity. *Journal of Development Economics*, 63:2.
- Nelson, R. and e. Phelps, (1996). Investment in Human, Technological Diffusion and Economic Growth. *American Economic Review*. vol 61.
- Romer, P.M. (1990), Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, vol 98, No 5, part 2.
- Schultz, T.W. (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*. Vol 51.
- Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis. IMF Working Paper.