

## اثر سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه منتخب

محمود محمودزاده\*

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

حسین رازقی\*\*

کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۱۳

### چکیده

هدف این مقاله ارزیابی اثر سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) بر رشد بهره‌وری کل عوامل در کشورهای در حال توسعه با استفاده از داده‌های پنل در دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۶ است. نتایج نشان می‌دهد رشد تولید ناخالص داخلی حقیقی بیشترین اثر را بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. اثر سرمایه‌گذاری داخلی و سرریز فاوا مثبت و معنادار است. رشد سرمایه‌انسانی اثر مثبت داشته ولی از نظر آماری معنادار نیست. همچنین سرمایه‌گذاری داخلی در زمینه فاوا در جذب اثرهای سرریز خارجی مؤثر است. سرمایه‌انسانی توانمند، از عوامل مؤثر جذب سرریز فاوا است هر چند معناداری این اثر از نظر آماری مبهم است. یافته‌ها نشان می‌دهد کشورهای در حال توسعه از اثرهای سرریز بیشتر از سرمایه‌گذاری داخلی فاوا نفع می‌برند.

واژه‌های کلیدی: اثر سرریز، فاوا، بهره‌وری کل عوامل، کشورهای در حال توسعه

طبقه‌بندی JEL: O47, L97, C33

### ۱. مقدمه

اقتصاد دنیا در دهه‌های اخیر به‌صورت رویایی و با سرعت زیاد در حال تغییر و دگرگونی است که یکی از عوامل عمده این تغییر، پیشرفت و توسعه اقتصاد دانش یا اقتصاد نوین و حجم

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mahmod.ma@yahoo.com

\*\* پست الکترونیکی: shrazeghi@gmail.com

سرمایه‌گذاری‌ها و تحقیقات صورت گرفته بر روی علم و دانش است. فاوا از شاخصه‌های مهم اقتصاد نوین بوده که به سرعت در حال گسترش است. واقعیت آن است که امروزه استفاده از فاوا به اشکال مختلف در بخش‌های اقتصادی و بازرگانی رونق گرفته است و پیش‌بینی می‌شود با پذیرش بنگاه‌های اقتصادی و مصرف‌کنندگان، جایگاه فاوا در اقتصاد کشورها ارتقا یابد. دو رویکرد در زمینه استفاده فاوا در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. برخی تحلیل‌گران اعتقاد دارند با توسعه فاوا در جهان، فاصله کشورهای توسعه یافته با کشورهای در حال توسعه بیشتر خواهد شد و در نتیجه شکاف دیجیتالی در جهان عمیق‌تر خواهد بود و نمی‌توان آینده روشنی برای کشورهای در حال توسعه ترسیم نمود. با این رویکرد، پیشنهاد خاصی برای توسعه این کشورها نمی‌توان ارائه داد. رویکرد دوم، فاوا را به‌عنوان فرصت برای کشورهای در حال توسعه می‌داند و از آن تحت عنوان توسعه جهشی<sup>1</sup> (جهش قورباغه‌ای) یاد می‌کنند. زیرا به‌علت ویژگی کالای دانش (شامل فاوا) و نبود حد و مرز برای توسعه آن، دارای اثرهای سرریز مثبت و منافع بسیاری است که کشورهای در حال توسعه با سرمایه‌گذاری کمتری و به‌شرط دارا بودن زیرساخت‌های مناسب و همچنین سرمایه انسانی می‌توانند از این منافع در جهت توسعه اقتصادی بهره برده و با شتاب بیشتری در مسیر توسعه قرار گیرند. با این نگاه کشورهای در حال توسعه می‌توانند سرعت توسعه خود را شدت بخشند و شکاف دیجیتالی و اقتصادی خود را با کشورهای توسعه یافته کاهش دهند.

اتحادیه جهانی فناوری اطلاعات و خدمات،<sup>2</sup> ترکیب صنایع نرم‌افزاری ماشین‌های اداری، تجهیزات فرآیندسازی داده‌ها، تجهیزات ارتباطی داده‌ها و خدمات و سخت‌افزار را فناوری اطلاعات تعریف نموده است. همچنین در اسناد این مؤسسه، فناوری اطلاعات و ارتباطات را مجموعه مفهوم فناوری اطلاعات با تجهیزات ارتباطی و خدماتی تعریف کرده است.

این مطالعه از چند نظر متفاوت از سایر مطالعات است. نخست از شاخص متفاوت برای اندازه‌گیری سرریز استفاده می‌کند؛ دوم اینکه برای محاسبه سرریز صرفاً سرمایه‌گذاری کشورهای پیشرو در زمینه فاوا را پوشش می‌دهد. بنابراین، خطای اندازه‌گیری آن کمتر است. افزون بر این، اثر کالدور مورد توجه قرار گرفته، همچنین به اثرهای هم‌افزایی سرمایه‌گذاری خارجی فاوا با سرمایه‌گذاری داخلی و سرمایه انسانی نیز توجه شده است.

سازماندهی مقاله به این شرح است: ابتدا به ادبیات مرتبط با فاوا و بهره‌وری پرداخته، سپس مطالعات تجربی داخلی و خارجی مرور می‌شود. در ادامه پس از معرفی متغیرها و تصریح مدل، نتایج برآورد، تحلیل و بررسی می‌شود.

<sup>1</sup> Leapfrog

<sup>2</sup> World Information Technology Service Allianc (WITSA)

## 2. مبانی نظری اثر فاوا بر بهره‌وری کل عوامل تولید

از نظر مبانی نظری، فاوا از عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی کشورهاست که هم در طرف تقاضا از طریق تابع مطلوبیت مصرف‌کننده و هم در طرف عرضه اقتصاد باعث رشد اقتصادی و بهره‌وری می‌شود.<sup>1</sup> فاوا در طرف عرضه اقتصاد در کنار سایر نهاده‌ها به صورت سرمایه و به عنوان متغیر درونزا وارد و از طریق تعمیق سرمایه، پیشرفت فناوری و کیفیت نیروی کار باعث بهبود فرآیند تولید می‌شود.<sup>2</sup> به طور کلی فاوا در طرف عرضه از سه طریق بر رشد اقتصادی کشورها می‌تواند مؤثر باشد. اول از طریق تولید کالاها و خدمات فاوا که مستقیماً بر تولید ناخالص داخلی مؤثر بوده دوم، استفاده از سرمایه فاوا به عنوان نهاده یا کالای واسطه‌ای برای تولید کالای دیگر و سوم، از طریق اثرهای بیرونی یا سرریز سرمایه‌گذاری فاوا که روی منافع و سود بنگاه‌ها مؤثر است و به صورت غیرمستقیم و از طریق رشد بهره‌وری کل عوامل<sup>3</sup> (TFP) باعث رشد تولید می‌شود.<sup>4</sup>

### بهره‌وری و رشد

نظریات رشد به دو دسته تقسیم می‌شوند: نظریات رشد برونزا و درونزا. با توجه به ناتوانی الگوهای رشد برونزا در تحلیل و توضیح اساسی‌ترین واقعیت‌های رشد، نظریات رشد درونزا به وجود آمدند. در نظریات رشد برونزا، دخالت پیشرفت فنی را به صورت برونزا در نظر می‌گرفتند، ولی به وجود آمدن نظریات رشد درونزا، باعث مطرح شدن تأثیر عواملی چون سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه،<sup>5</sup> فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی<sup>6</sup> بر جزء باقی‌مانده رشد به صورت درونزا مدل‌سازی شدند.

نظریه رشد درونزا به معنای رشد اقتصادی از درون نظام اقتصادی است. در بلندمدت نرخ رشد اقتصادی که با نرخ رشد تولید اندازه‌گیری می‌شود، وابسته به نرخ رشد TFP است که آن هم توسط نرخ پیشرفت فناوری تعیین می‌شود. نظریه‌های رشد اقتصادی نئوکلاسیکی سولو و سوان (1956) فرض می‌کنند که نرخ پیشرفت فناوری توسط فرآیند علمی مستقل از نیروهای اقتصادی تعیین می‌شود و متخصصان اقتصاد می‌توانند نرخ رشد بلندمدت را به صورت برونزا از خارج سیستم اقتصادی دریافت کنند. نظریه‌های رشد درونزا به طور عمده به سه شاخه تقسیم

<sup>1</sup> Jahangard (2004)

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> Total Factor Productivity

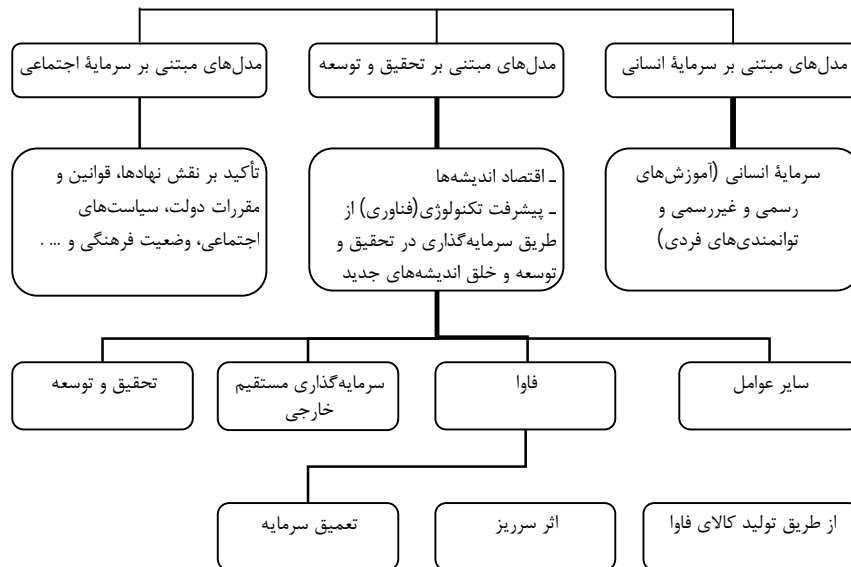
<sup>4</sup> Seo and Lee (2006)

<sup>5</sup> Research and Development

<sup>6</sup> Foreign Direct investment

- می‌شوند که در نمودار 1 عوامل مؤثر بر TFP به‌طور خلاصه نشان داده شده است:
- مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه‌انسانی که رشد بلندمدت پایدار را به انباشت سرمایه‌انسانی نسبت می‌دهند.
  - مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه که به‌نام اقتصاد اندیشه‌ها در اقتصاد شهرت یافته و معتقد به پیشرفت فناورانه از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و خلق اندیشه‌های جدید (شامل فاوا) هستند.
  - مدل‌های مبتنی بر سرمایه‌اجتماعی که به نقش نهادها، قوانین و مقررات و سیاست‌های دولت تأکید می‌کنند.

نمودار 1. عوامل مؤثر بر TFP (در قالب نظریه رشد درونزا)



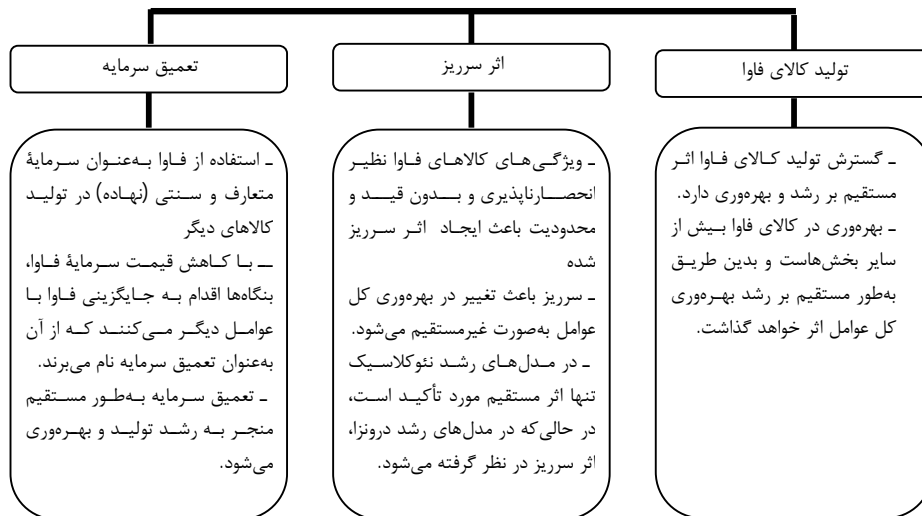
مأخذ: جمع‌بندی مطالب براساس مطالعه امینی (1388)

طبق نمودار، اثر سرریز فاوا بر بهره‌وری کل عوامل (موضوع این مقاله) در زیر شاخه مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه توضیح داده می‌شود. ضمن اینکه اثرگذاری متغیر فاوا بر بهره‌وری کل عوامل، خود نیز به سه زیرشاخه یا بخش‌های دیگر (از طریق تولید کالای فاوا، اثر سرریز و از طریق تعمیق سرمایه فاوا) تقسیم می‌گردد که در ادامه توضیح داده می‌شود.<sup>1</sup> نحوه

<sup>1</sup> برای اطلاعات بیشتر به امینی (1388) مراجعه شود.

اثرگذاری فاوا بر رشد بهره‌وری کل در نمودار 2 ترسیم شده است. بر مبنای مدل آنکتاد<sup>1</sup> (2007) فاوا به سه طریق بر رشد اقتصادی و بهره‌وری کل عوامل مؤثر است: تولید کالاها و خدمات فاوا بخشی از ارزش افزوده اقتصاد است؛ فاوا به‌عنوان نهاده در تولید سایر کالاها و خدمات کاربرد دارد؛ و سرمایه فاوا اثرهای خارجی ایجاد می‌کند روش‌های اثرگذاری فوق در قالب تئوری (نظری) رشد درونزا به‌طور همزمان یا به‌طور مستقل بهره‌وری کل عوامل را تحت تأثیر قرار داده و از این طریق نیز بر رشد اقتصادی کشورها مؤثر خواهد بود.

نمودار 2. روش‌های اثرگذاری فاوا بر رشد و بهره‌وری کل عوامل تولید



مأخذ: جمع‌بندی مطالب براساس مطالعه شریب (2000) و پوجولا (2000)

از جنبه مبانی مفهومی، مراحل توسعه فاوا شامل سه مرحله است. مرحله اول، زمان آغاز سرمایه‌گذاری در فاوا به شکل واردات فناوری است که تکامل فاوا به آهستگی پیش می‌رود و شیب منحنی رشد به کندی صعود می‌کند. مرحله دوم، زمان بهره‌برداری و استفاده از فاوا است و فرآیند تکامل فاوا سریع‌تر و با رشد بیشتر صورت می‌گیرد، به شرطی که زیرساخت‌های آن فراهم باشد. این حالت بیشتر در کشورهای در حال توسعه دیده می‌شود و مرحله سوم، مرحله‌ای است که از شیب منحنی رشد کاسته شده و فاوا به‌عنوان یک نهاده تولید تقریباً با ثبات می‌گردد و از اثر قورباغه‌ای کاسته می‌شود در این مرحله کشورهای دیگر از اثرهای سرریز

<sup>1</sup> Schreyer

کشورهایی که در مرحله سوم قرار دارند، منتفع می‌شوند. در مرحله سوم که بیشتر در کشورهای پیشرو دیده می‌شود، عوامل مکمل فاوا فراهم است و اثرگذاری فاوا بیشتر از طریق رقابت‌پذیری و مکانیزم (سازوکار) بازار نمایان می‌شود و بنگاه‌ها در رقابت با یکدیگر (در جهت کنترل بازار) باعث بالا رفتن بهره‌وری می‌شوند.<sup>1</sup> بنابراین، بر اساس مبانی نظری و تجربی، کشورهای در حال توسعه در مرحله دوم رشد فاوا (مرحله بلوغ فاوا) قرار دارند که با سرمایه‌گذاری مناسب و فراهم بودن عوامل مکمل (زیرساخت‌ها، سرمایه انسانی و ...) می‌توانند رشد جهشی را تجربه کنند.

### 3. مطالعات تجربی

ادبیات تجربی در زمینه اثرهای فاوا بر بهره‌وری کل موضوع جدیدی است که به دو روش حسابداری رشد و مدل‌های رگرسیونی توضیح‌دهنده رشد بهره‌وری تقسیم می‌شوند. بر اساس الگوی حسابداری رشد، بهره‌وری کل عبارت است از ما به تفاوت نرخ رشد محصول و نهاده‌ها.<sup>2</sup> که در اینجا به برخی از مطالعات انجام شده اشاره می‌شود.

#### 3-1. مطالعات تجربی بر اساس الگوی حسابداری رشد

جرگنسون (2001) با استفاده از چارچوب حسابداری رشد و تابع مرزی امکانات تولید به بررسی منابع رشد امریکا در دوره 1948-2001 پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که سهم صنایع تولیدکننده فاوا از رشد TFP بیش از 30 درصد است. افزون بر این، بسیاری از منافع حاصل از رشد TFP ناشی از رشد TFP در صنایع غیرفاوا (صنایع استفاده کننده از فاوا) است. لی و کاتری<sup>3</sup> (2003) با استفاده از مدل حسابداری رشد گسترش یافته و تابع تولید کاب - داگلاس به بررسی سهم فاوا در رشد اقتصادی در دهه 1990 برای 9 کشور آسیای جنوب شرقی پرداخته‌اند. نتیجه حاکی است در طول این دوره، رشد TFP در بیشتر کشورهای آسیایی نسبتاً کوچک است و اثر فاوا بر آن مثبت ولی معناداری کمی دارد. کمیجانی و محمودزاده (1387) نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات و سهم آن در رشد اقتصادی ایران را با رهیافت حسابداری رشد و با استفاده از روش تصحیح خطای برداری و داده‌های سری زمانی 1338-1382 در زیربازه‌های مختلف محاسبه نمودند. نتایج نشان می‌دهد سهم سرمایه فاوا از رشد اقتصادی حدود 7 درصد است.

<sup>1</sup> World Bank (2006)

<sup>2</sup> Jorgenson (2004)

<sup>3</sup> Lee and Khatri

## 3-2. مطالعات تجربی بر اساس الگوی رگرسیونی

شیو و حشمتی<sup>1</sup> (2006) تأثیر تغییرات تکنولوژیکی (فناورانه) را بر رشد بهره‌وری کل عوامل 30 استان چین طی سال‌های 1993-2003 بررسی کرده‌اند. آنها دو متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه‌گذاری در فاوا را بر رشد TFP مؤثر دانسته‌اند. برای اندازه‌گیری تغییرات فناورانه از دو روش پیشنهادی  $TT^2$  و  $GI^3$  استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری ICT و FDI اثر معنادار بر رشد بهره‌وری کل عوامل دارند، ولی حجم این اثر چندان زیاد نیست.

لی، غلامی و تانگ<sup>4</sup> (2005) به بررسی رابطه علی بین سرمایه‌گذاری فاوا و باقی‌مانده سولو (TFP) برای 20 کشور توسعه یافته و در حال توسعه در دوره 1980-2000 پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد کشورهایی که همواره به سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت بیشتر روی فاوا، بخش‌های زیربنایی، سرمایه‌گذاری‌های مکمل در ارتباطات و منابع انسانی پرداخته‌اند، به میزان قابل توجه‌تر و بهتری قادر به جذب منافع ناشی از سرمایه فاوا هستند. در نتیجه، احتمالاً عوامل مکمل فاوا عامل مهمی در تفاوت بازدهی‌های حاصل از سرمایه فاوا در کشورهای پیشرو و در حال توسعه هستند.

سو و لی (2006) عوامل مؤثر بر فاوا را بر بهره‌وری کل برای 23 کشور عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه و 15 کشور در حال توسعه برای دوره زمانی 1992-1996 برآورد کرده‌اند. الگوی به کار گرفته شده، عبارت است از:

$$TFP_{i,t} = a_0 + b_1 GDP_{i,t} + b_2 OPEN_{i,t} + b_3 ICT_{i,t} + b_4 TIME_t + b_5 HUMAN_{i,t} + b_6 EXT_{i,t} + e_{i,t}$$

در رابطه بالا، TFP رشد بهره‌وری کل است که تابعی از رشد GDP حقیقی، OPEN باز بودن اقتصاد، ICT نسبت سرمایه‌گذاری فاوا به کل سرمایه‌گذاری (فاوایی)، TIME روند زمانی، HUMAN رشد سرمایه انسانی، EXT اثرهای سرریز یا سرمایه خارجی فاوا است.  $i$  تعداد کشورها (38)،  $t$  روند زمانی (1996-1992) و  $e$  بیانگر جزء اخلاص است. در این مدل فاوا می‌تواند از دو طریق بر بهره‌وری کل اثرگذار باشد: از طریق سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و اثرهای

<sup>1</sup> Shiu and Heshmati

<sup>2</sup> Time Trend

<sup>3</sup> General Index

<sup>4</sup> Lee, Gholami and Tong

شبکه‌ای. متغیر شبکه فاوا به صورت سرمایه فاوایی کشورهای خارجی تعریف شده است. نتایج نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری فاوا در کشورهای توسعه یافته اثرهای سرریز مثبت بر رشد بهره‌وری کل کشورهای در حال توسعه دارد. همچنین بین رشد بهره‌وری کل و رشد سرمایه‌گذاری فاوا در کشورهای توسعه یافته همبستگی قوی وجود دارد ولی در کشورهای در حال توسعه صادق نیست.

کمیجانی و محمودزاده (1387) به این نتیجه رسیده‌اند که فاوا از طریق سه مجاری زیرساخت، کاربری و سرریز بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه اثرگذار بوده است و بیان داشته‌اند که بیشتر مطالعات تجربی به دلیل توجه صرف به زیرساخت فاوا و نادیده گرفتن اثرهای کاربری و سرریز، تأثیر فاوا را کمتر از حد برآورد کرده‌اند.

محمودزاده (1388) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیده که سرمایه فاوا بر رشد بهره‌وری کل در ایران مؤثر بوده، هر چند اثرگذاری آن در مقایسه با سرمایه غیرفاوا کمتر است. محمودزاده (1389) اثرهای زیرساخت و کاربری را بر رشد بهره‌وری کل عوامل در کشورهای در حال توسعه طی دوره 1995-2003 ارزیابی کرده و به این نتیجه رسیده که زیرساخت فاوا، کاربری فاوا و عواملی از قبیل سرمایه انسانی، باز بودن اقتصاد و نرخ پس‌انداز بر رشد بهره‌وری در این کشورها مؤثر بوده است.

در مطالعه بین‌کشوری رحمانی و حیاتی (1386) با استفاده از روش داده‌های پنل برای 69 کشور در دوره زمانی 1993-2003 به این نتیجه رسیده‌اند که تنها تولید کالای فاوا باعث افزایش در رشد TFP نمی‌شود؛ سرمایه‌گذاری، مخارج و استفاده از کالاهای فاوا نیز باعث افزایش رشد TFP می‌شود. همچنین اثرهای سرریز استفاده از کالاهای فاوا با گذشت زمان افزایش می‌یابد.

مشیری و نیک‌پور (1386) اثر فاوا و سرریز آن را با استفاده از یک مدل رشد درونزا برای 69 کشور جهان در دوره زمانی 1993-2003 برآورد و تأثیر مثبت فاوا بر رشد اقتصادی (در کل نمونه و به تفکیک کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه) تأیید کرده‌اند، هر چند اثرگذاری سرمایه فاوا بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. اثر سرریز نیز تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی کشورها داشته است.

مشیری و جهانگرد (1383) به ارزیابی تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از روش فضا - حالت<sup>1</sup> در دوره 1348-1380 پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد با وجود نوسانی بودن تأثیر این شاخص بر رشد اقتصادی در دوره‌های مختلف، در مجموع اثر مثبت و معنادار داشته است.

<sup>1</sup> State Space



افزایش سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی به همراه بهبود کاربری فناوری اطلاعات از پیشنهاد‌های این مقاله بوده است.

#### 4. روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش از نوع علی است، به بیان دیگر، به دنبال بررسی و کشف روابط بین اثرهای سرریز فاوا و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب است. عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل در کشورهای نمونه (60 کشور) در طی ده سال (1906-1996) با استفاده از الگوهای داده‌های تلفیقی<sup>1</sup> ارزیابی و مطالعه بین کشوری تحلیل می‌شود. روش داده‌های تلفیقی می‌تواند آثار متغیرهای مستقل را هم در طول زمان و هم در بین بخش‌ها (مقطع‌ها) اندازه‌گیری کند.

#### 4-1. تصریح مدل

عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل براساس مطالعه سو و لی (2006) به شکل معادله 1 معرفی می‌شوند:

$$DLTFP_{ij} = a_1 + a_2 DLGDP_{ij} + a_4 DLHC_{ij} + a_5 ICT_{ij} + a_6 EXT_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

$DLTFP$ ،  $GDP$ ،  $HC$ ،  $ICT$ ،  $EXT$  به ترتیب بهره‌وری کل عوامل، تولید ناخالص داخلی واقعی، سرمایه انسانی، سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و سرمایه خارجی فاوا یا اثر سرریز فاوا است. نمادهای  $L$ ،  $i$ ،  $j$ ،  $e$  به ترتیب بیانگر لگاریتم، دوره، کشور و جز اخلاص است. در این مطالعه با در نظر گرفتن ویژگی‌های این کشورها و تأکید مطالعات تجربی، کشورهای مورد مطالعه به دو گروه کشورهای پیشرو و در حال توسعه از منظر فاوا تقسیم شده است. در ادامه، نحوه محاسبه متغیرها و منابع داده‌ها ارائه می‌شود.

#### 4-2. منابع داده‌ها و محاسبه متغیرها

برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل از روش مانده سولو استفاده شده که نیاز به تابع تولید است. به منظور ساده‌سازی، از تابع تولید کاب داگلاس به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$Y_{ij} = AK_{ij}^a N_{ij}^b \quad b = 1 - a \quad (2)$$

<sup>1</sup> Panel Data

K کل موجودی سرمایه و N کل نیروی کار یا اشتغال است. i و i به ترتیب بیانگر مقطع (کشور) و دوره زمانی هستند. با مقید کردن  $a + b = 1$  بازدهی نسبت به مقیاس ثابت خواهد بود. با گرفتن لگاریتم از معادله 2 و بازنویسی مجدد آن، تابع تولید قابل برآورد زیر حاصل می‌شود:

$$Ly_{ij} = LA + aLk_{ij} + bLN_{ij} \quad (3)$$

پس از برآورد معادله 3، بهره‌وری کل عوامل با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$LTFP = LA = Ly_{ij} - aLk_{ij} - (1-a)LN_{ij} \quad (4)$$

با در اختیار داشتن داده‌های موجودی سرمایه و نیروی کار می‌توان بهره‌وری کل عوامل را به دست آورد. برای محاسبه  $\alpha$  نیز چند روش وجود دارد. در روش حسابداری رشد با فرض رقابتی بودن بازار، عوامل تولید و محصول می‌توان کشش عوامل تولید را برابر سهم درآمدی عوامل تولید قرارداد. روش دیگر برآورد تابع تولید است و با استفاده از  $\alpha$  برآورد شده می‌توان رشد TFP را به دست آورد. برای برآورد تابع تولید نیاز به آمارهای سهم درآمدی موجودی سرمایه و نیروی کار است که عموماً برآوردی هستند و اکثر مطالعات نیز آنها را داده شده، فرض می‌کنند. در این مطالعه، براساس مطالعات تجربی، سهم درآمدی سرمایه را  $0/3$  و سهم درآمدی نیروی کار برابر با  $0/7$  لحاظ شده است. برای محاسبه نیروی کار از اطلاعات لوح فشرده بانک جهانی<sup>1</sup> استفاده می‌شود. برآورد موجودی سرمایه نیز در زیر توضیح داده می‌شود.

• **برآورد موجودی سرمایه:** یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای برآورد موجودی سرمایه، روش PIM است. این روش به‌طور گسترده در مطالعات مختلف برای برآورد موجودی سرمایه استفاده شده است. برای برآورد موجودی سرمایه براساس این روش نیاز به نرخ استهلاک ( $d$ ) است. با فرض ثابت بودن نرخ استهلاک، درصد ثابتی از خدمات سرمایه بر اساس سال تأسیس کم می‌شود. موجودی سرمایه براساس رابطه زیر استخراج می‌شود که محققان مختلفی از جمله تایمر و وان آرک (2005)، وو (2004)، جرجسون و موتوهایشی (2005) و بسیاری دیگر از آن استفاده کرده‌اند.<sup>2</sup>

$$K_t = I_t + (1-d)K_{t-1} \quad (5)$$

موجودی سرمایه در دوره  $t$  ( $K_t$ )، تابعی از سطح سرمایه‌گذاری در همان دوره ( $I_t$ ) و موجودی سرمایه در دوره قبل ( $K_{t-1}$ ) است که با نرخ استهلاک ( $d$ ) تعدیل یافته است. برای

<sup>1</sup> WDI (2008)

<sup>2</sup> Mahmödzadeh (2008)

محاسبه موجودی سرمایه احتیاج به موجودی سرمایه اولیه و سرمایه‌گذاری است. رابطه بین سرمایه‌گذاری و موجودی سرمایه می‌تواند به شرح زیر تصریح شود:

$$I_t = (d + g)K_{t-1} \quad (6)$$

به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاری در سال جاری تابعی از موجودی سرمایه مستهلک شده در دوره قبل است با این فرض که نرخ استهلاک،  $d$  باشد. فرض می‌شود که نرخ رشد موجودی سرمایه مشابه نرخ رشد سرمایه‌گذاری باشد. بنابراین  $g$  متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری است. با استفاده از معادله 6، مقدار اولیه موجودی سرمایه به‌شرح زیر به‌دست می‌آید:

$$K_0 = \frac{I_1}{(d + g)} \quad (7)$$

$K_0$  مقدار اولیه موجودی سرمایه است که از طریق  $I_1$  سطح سرمایه‌گذاری در سال اول، نرخ استهلاک و متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری ( $g$ ) در دوره مورد بررسی تعیین می‌شود. اطلاعات تشکیل سرمایه ثابت در WDI (2008) موجود است و برای نرخ استهلاک از آخرین برآورد (2000) PWT6.2<sup>1</sup> برای هر یک از کشورها استفاده شده است. در این بانک اطلاعاتی موجودی سرمایه تا سال 2003 محاسبه شده است. با وجود متفاوت بودن نرخ استهلاک برای کشورهای مختلف، متوسط آن حدود 10 درصد است که در این تحقیق نیز از 10 درصد برای محاسبه موجودی سرمایه استفاده شده است.

• **سرمایه‌گذاری فاوا:** بیشتر مطالعات تجربی صورت گرفته، مخارج فاوا را به‌عنوان جانشینی برای سرمایه‌گذاری در فاوا استفاده کرده‌اند. در این تحقیق نیز مخارج فاوا به‌عنوان سرمایه‌گذاری فاوا در نظر گرفته و با استفاده از شاخص قیمتی مصرف‌کننده به سال پایه 2000، تعدیل شده و مخارج فاوا از اتحادیه جهانی فناوری اطلاعات و خدمات (ویتسا) استخراج شده است.

• **سرریز فاوا:** برای محاسبه سرریز فاوا بر اساس مطالعه سو و لی (2006) و با استفاده از معادله زیر محاسبه شده است:

$$EXTj = (TIT - ITj) / (TI - Ij) \quad (8)$$

که در آن:  $EXTj$ ،  $TIT$ ،  $ITj$ ،  $TI$  و  $Ij$  به ترتیب نشان‌دهنده اثر سرریز کشور  $j$ ، کل سرمایه‌گذاری کشورها در فاوا، سرمایه‌گذاری کشور  $j$  در فاوا، کل سرمایه‌گذاری داخلی کشورها و سرمایه‌گذاری داخلی کشور  $j$  است. این شاخص نشان‌دهنده حجم سرمایه‌گذاری خارجی فاوا (سایر کشورها) بوده که می‌تواند اثرهای سرریز را به‌همراه داشته باشد. لازم است یادآوری شود

<sup>1</sup> Pen World Table

که برای برآورد مدل در کشورهای پیشرو از سرمایه‌گذاری خارجی همان گروه کشورها استفاده شده است زیرا به‌طور معمول اثر سرریز از کشورهای در حال توسعه به کشورهای پیشرو اتفاق نمی‌افتد. اطلاعات سرمایه‌گذاری فاوا از (2002 و 2006) WITSA و کل سرمایه‌گذاری کشورها از (2008) WDI محاسبه و با استفاده از شاخص قیمت سال 2000، به قیمت ثابت تعدیل شده است.

• **رشد تولید حقیقی (اثر کالدور - وردورن)<sup>1</sup>:** یانگ (1928) و کالدور (1957، 1975) ثابت کردند که نرخ رشد تولید حقیقی می‌تواند اثر مثبت بر بهره‌وری داشته باشد. افزایش تولید باعث توسعه بازار و تشویقی برای ورود فناوری جدید و تقسیم کار جدید و افزایش بهره‌وری نیروی کار شده که در برگشت باعث افزایش پویایی تولید در سطح مقیاس می‌شود. این ارتباط پویا میان رشد تولید و بهره‌وری را اثر کالدور- وردورن گویند. به دلیل آنکه در این شاخص اکثر عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری در آن دیده می‌شود، به‌عنوان متغیر اصلی وارد مدل شده تا بتوان اثر خالص فاوا و سرریز را بر بهره‌وری کل عوامل دقیق‌تر تعیین کرد. آمار رشد تولید ناخالص داخلی کشورها از (2008) WDI استخراج شده است.

• **سرمایه انسانی:** سرمایه انسانی شامل مهارت‌های انباشت شده در طول برنامه‌ها و آموزش‌های رسمی و غیررسمی در سال‌های زندگی فرد است، اعم از دوران کودکی و بزرگسالی. آموزش شامل همه آموزش‌های دوران تحصیل و مهارت‌های فنی و حرفه‌ای می‌شود. علاوه بر آن ویژگی‌های فردی و شخصیتی و مهارت‌های ذهنی نیز در توانمندی‌های هر فرد ظاهر شده و باعث بالا رفتن سطح سرمایه انسانی می‌شود. بنابراین، اندازه‌گیری سطح سرمایه انسانی بسیار مشکل است و معمولاً دچار خطای برآورد می‌شود، از این‌رو، در تحلیل نتایج آثار سرمایه انسانی می‌بایست با احتیاط عمل نمود. از نظر مبانی نظری سرمایه انسانی همانند سرمایه فیزیکی توانمندی‌های یک کشور را برای تولید کالاها و خدمات افزایش می‌دهد. در این مطالعه بر اساس مطالعه بارو و لی<sup>2</sup> (2004) از شاخص متوسط سال‌های تحصیل جمعیت بالای 15 سال کشورها به‌عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی استفاده شده است.

• **رتبه‌بندی کشورها:** کشورها را از نظر فاوا به دو گروه تقسیم می‌شود. کشورهایی که در تولید فاوا نقش ایفا می‌کنند و کشورهایی که عمدتاً مصرف‌کننده هستند. در این مقاله از هر دو گروه کشورها انتخاب شده است. اینها مهم‌ترین کشورها در تولید یا مصرف فاوا محسوب می‌شوند که داده‌های آنها از سوی ویتسا منتشر می‌شود. کشورهای نمونه عبارتند از: کانادا، مکزیک، امریکا، آرژانتین، برزیل، شیلی، کلمبیا، اروگوئه، ونزوئلا، اتریش، بلژیک، دانمارک،

<sup>1</sup> Kaldor-Verdoorn Effect

<sup>2</sup> Baro and Lee

فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، ایرلند، ایتالیا، هلند، نروژ، پرتغال، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه، انگلستان، بلغارستان، چک، مجارستان، لهستان، رومانی، روسیه، اوکراین، استرالیا، بنگلادش، چین، تایلند، هنگ‌کنگ، هند، اندونزی، ژاپن، مالزی، نیوزلند، پاکستان، فیلیپین، کره، ویتنام، مصر، ایران، اردن، کویت، عربستان، امارات، الجزایر، کامرون، کنیا، مراکش، سنگال، افریقای جنوبی و تونس. در این تحقیق مبنای رتبه‌بندی کشورها با توجه به‌عنوان تحقیق، متوسط سرمایه داخلی فاوا به کل سرمایه‌گذاری کشور (ICT/TI) در طی دوره مورد بررسی بوده است. کشورهای اول این رتبه‌بندی که سهم مخارج فاوا در آنها بیش از 30 درصد کل سرمایه‌گذاری بوده<sup>1</sup> (20 کشور) به‌عنوان کشورهای پیشرو و کشورهای پایین این جدول که سهم مخارج فاوا کمتر از 20 درصد<sup>2</sup> (19 کشور) بوده به‌عنوان کشورهای در حال توسعه معرفی شده‌اند. ایران نیز در میان کشورهای در حال توسعه و در رده آخر قرار گرفته است. به‌طوری که متوسط سهم پنج سال آخر مخارج فاوا از سرمایه‌گذاری حدود 7 درصد است.

### 5. نتایج مدل

براساس تقسیم‌بندی کشورها ابتدا برای تمامی 60 کشور و سپس برای دو گروه کشورها معادلات برآورد شده است. نتایج تمامی کشورها در جدول 1 گزارش شده است. ابتدا دو آزمون F و هاسمن انجام یافت. آزمون F برای انتخاب بین روش حداقل مربعات معمولی و اثرهای ثابت است. نتیجه نشان داد که برآورد در همه معادلات باید به روش اثرهای ثابت انجام شود. در مرحله بعد برای انتخاب از بین دو روش اثرهای ثابت و اثرهای تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده معادلات به روش اثرهای ثابت برآورد می‌شود. معادله 1-1 جدول 1 با متغیرهای رشد تولید ناخالص داخلی واقعی، اثر سرریز فاوا، سهم سرمایه داخلی فاوا و رشد سرمایه انسانی برآورد شد. ضرایب برآوردی نشان می‌دهد که ضرایب مثبت و بجز سرریز بقیه معنادار بوده و مؤثر بر بهره‌وری کل هستند. نتیجه بیانگر تأثیر مثبت فاوا بر بهره‌وری کل بوده و مطابق مبانی نظری است. اما ضریب آن نسبت به رشد GDP و رشد سرمایه انسانی، کمتر و قابل انتظار بوده است. کشش رشد TFP نسبت به رشد GDP حدود 78 درصد و نسبت به رشد سرمایه انسانی حدود 21 درصد است. اما ضریب اثر سرریز اگر چه مثبت و مطابق مبانی نظری بوده، از نظر آماری معنادار نیست که دلیل آن ساختار متفاوت کشورها در نمونه مورد مطالعه است که به‌سبب قرار گرفتن کشورهای پیشرو و در حال توسعه در نمونه، معنادار نبودن ضریب، مطابق انتظار است. همان‌طور که در ادامه و با تقسیم‌بندی کشورها

<sup>1</sup> بجز کشورهای سنگال، اردن، فیلیپین و پاکستان که دارای مشاهدات پرت و در بعضی از سال‌ها ناقص بوده‌اند.  
<sup>2</sup> بجز کشورهای اسپانیا، پرتغال و چین که در برخی از سال‌ها اطلاعات آنها ناقص بوده یا قابل اعتماد نبوده است.

ملاحظه خواهد شد دلیل آن روشن تر می‌شود. در معادله 1-2 جدول 1 اثر تقاطعی سرمایه‌گذاری فاوا و اثر سرریز به‌عنوان عوامل مکمل برآورد شد.<sup>1</sup> نتیجهٔ آزمون‌های اولیه نشان می‌دهد که برآورد باید به روش پانل و با اثرهای ثابت انجام شود. همان‌طور که در مطالعات مختلف به آن اشاره شد، کشورهایی که از زیرساخت‌های مناسب فاوا برخوردار هستند به‌طور طبیعی از منافع حاصل از سرریز بیشتر بهره خواهند برد.

جدول 1. نتایج برآورد مدل عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل در کشورهای نمونه

متغیر	(1-1)	(2-1)	(3-1)
C	-0/02 *	-0/016 *	-0/027 *
DLY	0/78 *	0/77 *	0/77 *
EXT	0/009	-	-
ICT	0/046 *	-	0/049 *
DLHC	0/21 *	0/25 *	-
EXT×DLHC	-	-	0/71 *
EXT×ICT	-	0/13 *	-
$\bar{R}^2$	0/84	0/85	0/84
$F_{test}$	23/4	26	25/7
$H_{test}$	11/1	12/1	9/2
روش برآورد	F.E.	F.E.	F.E.

متغیر وابسته رشد TFP است. \*، \*\* و \*\*\* به ترتیب معنادار در سطح 1، 5 و 10 درصد است.

این فرضیه در معادلهٔ برآوردی تأیید شد به‌طوری‌که ضریب سرریز فاوا بسیار بزرگ‌تر از قبل شده (0/13) و از نظر آماری نیز معنادار شده است. کشش رشد TFP نسبت به رشد GDP و رشد سرمایهٔ انسانی تقریباً نسبت به قبل تغییر نکرده و همچنان مثبت و معنادار هستند. در معادلهٔ 1-3 جدول 1، تأثیر متغیرهای رشد GDP، سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و اثر تقاطعی سرمایهٔ انسانی و سرریز (عوامل مکمل) بر بهره‌وری کل عوامل ارزیابی شد. ضرایب برآوردی نشان می‌دهد که ضرایب این شاخص‌ها تأثیر مثبت و معنادار بر بهره‌وری دارند. نتایج تجربی بیانگر آن است که استفاده از منافع سرریز فاوا ارتباط مستقیم با توانایی کشورها در جذب این

<sup>1</sup> دلیل مجزا برآورد شدن اثرهای تقاطعی این است که با لحاظ کردن اثرهای متقاطع متغیرها، هم خطی بین متغیرها ایجاد شده و نتایج مطلوب حاصل نمی‌شود. بنابراین، در همهٔ معادلات این مقاله، اثرهای متقاطع به‌طور مجزا برآورد شده است.

منافع دارد و کشورهایی که از سرمایه انسانی بالاتری برخوردار بوده و نیز از نیروی متخصص بیشتری بهره‌مند باشند، در رقابت برای جذب منافع سرریز فاوا موفق‌ترند. ضریب برآوردی نیز این مهم را تأیید می‌نماید که علاوه بر افزایش ضریب EXT، از نظر آماری نیز معنادار شده است.

جدول 2. نتایج برآورد مدل عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل در 20 کشور پیشرو فاوا

متغیر	(1-2)	(2-2)	(3-2)
C	-0/24 *	-0/011	-0/011
DLY	0/88 *	0/84 *	0/84*
EXT	0/61 **	-	-
ICT	0/034***	-	0/033***
DLHC	0/29	0/41	-
EXT×DLHC	-	-	0/64
EXT×ICT	-	0/084**	-
$\bar{R}^2$	0/57	0/56	0/56
$F_{test}$	9/8	10/2	10/1
$H_{test}$	0	0	0
روش برآورد	R.E.	R.E.	R.E.

متغیر وابسته رشد TFP است. \*، \*\* و \*\*\* به ترتیب معنادار در سطح 1، 5 و 10 درصد است.

نتایج برآورد مدل برای 20 کشور پیشرو در جدول 2 ارائه شده است. متغیرهای مورد بررسی همان متغیرهای الگوی اصلی (معادله 1) است. آزمون F برای انتخاب بین روش حداقل مربعات معمولی و اثرهای ثابت انجام شد. نتیجه نشان می‌دهد برآورد در همه معادلات باید به روش اثرهای ثابت انجام شود. در مرحله بعد برای انتخاب از بین دو روش اثرهای ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده همه معادلات به روش اثرهای تصادفی برآورد شده است (جدول 2). برآورد معادله 1-2 جدول 2 نشان می‌دهد همه ضرایب مثبت بوده (به‌جز سرمایه انسانی) و مطابق مبانی نظری است. ضریب رشد سرمایه انسانی از نظر آماری معنادار نیست. مطابق مبانی نظری معنادار نبودن اثر سرمایه انسانی در کشورهای پیشرو چندان قابل توجیه نیست، اما همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد، اندازه‌گیری سرمایه انسانی معمولاً دچار خطای برآورد است. بنابراین، احتمال وجود خطای تقریب در سرمایه انسانی وجود دارد. ضریب EXT در کشورهای پیشرو نیز مثبت و معنادار است. به‌دلیل هم سطح بودن کشورهای پیشرو، انتظار می‌رود که اثر سرریز در این کشورها

محسوس نباشد اما به نظر می‌رسد فراهم بودن سرمایه فیزیکی و انسانی در این کشورها، در جذب فناوری‌های کشورهای دیگر مؤثر واقع می‌شود و اثر سرریز در میان این کشورها نیز برقرار است. لازم است یادآوری شود، شاخص سرریز فقط در بین همان 20 کشور محاسبه شده است، زیرا به‌طور معمول اثر سرریز از کشورهای در حال توسعه به پیشرو وجود ندارد.

ارزیابی عوامل مکمل بر اساس برآورد آزمون اثر تقاطعی سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و اثر سرریز در کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که علاوه بر اینکه علامت آن مثبت است از نظر آماری نیز معنادار است (معادله 2-2 جدول 2). اثر تقاطعی هم‌افزایی متغیرها را نشان می‌دهد. ضریب یاد شده نشان دهنده هم‌افزایی بالای فاوا و سرریز آن در کشورهای پیشرو است. بنابراین، وجود سرریز باعث افزایش اثرگذاری فاوا در بهره‌وری و در نتیجه رشد اقتصادی کشورها خواهد شد. در این کشورها نیز کشش رشد TFP نسبت به رشد GDP واقعی همچنان مثبت و معنادار بوده و دارای بیشترین اثر بر رشد TFP است. برآورد اثر متقابل سرریز و سرمایه انسانی نیز اگر چه مثبت بوده، در سطح 90 درصد اطمینان معنادار نیست. البته مقدار t بیشتر از یک بوده و حفظ آن به تصریح بهتر مدل کمک می‌کند. باید توجه داشت اندازه‌گیری سرمایه انسانی بسیار دشوار بوده و همواره خطای اندازه‌گیری در سرمایه انسانی وجود دارد. برای مثال شاید شاخص مناسب برای اندازه‌گیری سرمایه انسانی مرتبط با فاوا، سطح سواد الکترونیکی باشد که تا به حال اندازه‌گیری نشده است. البته این خطا در مورد فاوا نیز صادق است که به اصطلاح اثر پنهان فاوا نامیده می‌شود.

جدول 3. نتایج برآورد مدل عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل در 19 کشور در حال توسعه

متغیر	(1-3)	(2-3)	(3-3)
C	-0/08	-0/03	-0/04
DLY	0/86*	0/84*	0/84*
EXT	0/16**	-	-
ICT	0/12**	-	0/15**
DLHC	0/18	0/22	-
EXT×DLHC	-	-	0/71
EXT×ICT	-	0/47*	-
$\bar{R}^2$	0/91	0/91	0/91
$F_{test}$	9/7	10/4	12/2
$H_{test}$	12/6	5/9	16/7
روش برآورد	F.E.	F.E.	F.E.

متغیر وابسته رشد TFP است. \*، \*\* و \*\*\* به ترتیب معنادار در سطح 1، 5 و 10 درصد است.



در جدول 3 نتایج برآورد مدل برای 19 کشور در حال توسعه ارائه شده است. متغیرهای مورد بررسی همان متغیرهای الگوی اصلی تحقیق است. ابتدا دو آزمون F و هاسمن انجام یافت. نتیجه نشان داد که برآورد در همه معادلات باید به روش اثرهای ثابت انجام شود. در مرحله بعد براساس نتایج آزمون هاسمن، معادلات به روش اثرهای ثابت برآورد شده است. معادله 1-3 جدول 3 نشان می‌دهد ضریب متغیرهای کالدور-وردورن، فاوا و اثر سرریز مثبت و معنادار است.

ضریب رشد سرمایه انسانی نیز مثبت بوده، اما معنادار نیست. نکته قابل ذکر اینکه ضریب EXT در حدود 0/16 اما ضریب ICT در حدود 0/12 است. این نتیجه حاکی است که کشورهای کمتر توسعه یافته از منافع سرریز کشورهای دیگر نسبت به سرمایه‌گذاری داخلی فاوا بیشتر نفع می‌برند به طوری که ضرایب آن بیشتر از اثر سرمایه‌گذاری فاوا بوده و بر توسعه و رشد این کشورها می‌تواند مؤثرتر باشد. مطابق نظریات مطرح شده، سرمایه‌گذاری کشورهای پیشرو در فاوا باعث شکاف بیشتر بین کشورها نخواهد شد. زیرا بخش مهمی از سرمایه‌گذاری سایر کشورها به صورت منافع سرریز به توسعه کشورهای دیگر کمک شایان توجه‌ای می‌نماید که با سرمایه‌گذاری اندک و با استفاده از این منافع می‌توانند به سمت کاهش شکاف بین کشورها حرکت نمایند. در این کشورها نیز کشش رشد TFP نسبت به اثر کالدور - وردورن همچنان مثبت و معنادار بوده و دارای بیشترین اثر بر رشد TFP است.

در معادله 2-3 جدول 3 عوامل مکمل سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و اثر سرریز در کشورهای در حال توسعه برآورد شد. ضریب این اثر متقاطع حدود 0/47 است که نشان دهنده اهمیت آثار سرریز در جذب منافع اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه است. از این رو، کشورهای در حال توسعه اگر از نظر زیرساخت‌های فاوا در وضعیت مناسبی باشند، بیشتر می‌توانند در جذب منافع حاصل از سرریز موفق عمل نمایند. در معادله (3-3 جدول 3) تأثیر اثر تقاطعی متغیرهای رشد سرمایه انسانی و اثر سرریز فاوا بر رشد بهره‌وری در کشورهای در حال توسعه ارزیابی شد. ضرایب برآوردی نشان می‌دهد که ضریب این شاخص تأثیر مثبت دارد و دارای سطح معناداری پایینی است. بنابراین، کشورهایی که از سرمایه انسانی بالاتری برخوردار باشند در جذب منافع سرریز فاوا موفق‌تر هستند. اما لازمه این موفقیت وجود زیرساخت‌های مناسب فاوا است و زیرساخت مناسب کاربری فاوا به همراه سرمایه انسانی در توسعه کشورهای در حال توسعه نقش اساسی ایفا می‌کند. ضریب برآوردی در معادلات تقاطعی نیز این مهم را تأیید می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه سرمایه‌گذاری در بخش فاوا و وجود زیرساخت‌های مناسب برای کاربری فاوا به همراه ارتقای سطح سرمایه انسانی از نیازهای اساسی در توسعه این کشورهاست.

دلیل بالا بودن ضریب تعیین در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای پیشرو، برآورد به روش اثرهای ثابت است. ولد ریج<sup>1</sup> (2002) معتقد است در برآورد به روش اثرهای ثابت، معناداری ضرایب مهم‌تر از ضریب تعیین هستند و می‌توان بخش عمده‌ای از تغییرات متغیر وابسته را با استفاده از متغیرهای مجازی توضیح داد. در این باره، مدل‌های مربوط به کشورهای در حال توسعه به روش اثر تصادفی (فارغ از نتیجه آزمون هاسمن) نیز برآورد شد و نتایج نشان داد که ضریب تعیین مدل‌های برآوردی در این کشورها تفاوت معناداری با ضرایب تعیین برآوردهای کشورهای پیشرو ندارند. با مقایسه نتایج مدل‌های برآوردی، این نتیجه حاصل می‌شود که رشد اقتصادی، سرمایه داخلی فاوا و اثرهای سرریز فاوا بر رشد بهره‌وری کل در دو گروه کشورها اثر مثبت دارند. اثر هم‌افزایی سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی فاوا در دو گروه کشورها مثبت و معنادار است ولی اثر انفرادی سرمایه انسانی و اثر متقاطع سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری خارجی فاوا در هر دو گروه کشورها هر چند مثبت است، معنادار نیست.

#### 6. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل براساس مطالعات نظری و تجربی، رشد تولید ناخالص داخلی واقعی (اثر کالدور - وردورن)، رشد سرمایه انسانی، سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا و سرمایه خارجی فاوا یا اثر سرریز در نظر گرفته شده است. برای تصریح بهتر مدل و در نظر گرفتن ویژگی‌های کشورهای و ادبیات موضوع، کشورهای مورد مطالعه به دو گروه کشورهای پیشرو و در حال توسعه تقسیم شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها حاکی است که در کشورهای نمونه بیشترین اثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل را رشد GDP حقیقی دارد و ارتباط پویا بین رشد بهره‌وری و رشد تولید را نشان می‌دهد. اثر سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا در نمونه کشورها مثبت و معنادار است و باعث رشد بهره‌وری کل عوامل تولید می‌شود. رشد سرمایه انسانی نیز دارای اثر مثبت بوده، اما از نظر آماری در کل نمونه معنادار است ولی در دو گروه کشورها معنادار نیست.

نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که ضریب اثر سرریز هم در کشورهای پیشرو و هم در کشورهای در حال توسعه مثبت و معنادار است. این موضوع نشان می‌دهد کشورها از اثرهای سرریز فاوا ناشی از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده دیگر کشورها نفع می‌برند. نتایج آزمون اثرهای تقاطعی سرریز با سهم سرمایه‌گذاری داخلی فاوا نشان می‌دهد کشورهایی که از زیرساخت‌های مناسب کاربری فاوا برخوردار باشند در جذب سرریزهای فاوا موفق‌تر هستند. همچنین نتایج

<sup>1</sup> Wooldridge

بیانگر اثرهای مثبت سرمایه‌ انسانی در کشورهای منتخب است هر چند دستیابی به نتایج دقیق‌تر در این زمینه به مطالعات بیشتری نیازمند است و هنوز با ابهام روبه‌روست.

## مآخذ

- Amini, A. (2009). *Determination of TFP in Iran*. Strategic Planinig and Control Deputy of President, Economic Planinig Bureau (in Persian).
- Amini, A. (2010). National report on Iran's productivity during 1996-2006, National Productivity Center (in Persian).
- Baro, J & Lee, J. W. (2004). *International data on educational attainment updates & implication*. Oxford Economic Papar, 3, 541-563.
- Grossman, G., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*, Cambridge, Massachusett and London, MIT press.
- Hwan Joo, S. & Young Soo, L. (2006). Contribution of information and communication technology to total factor productivity and externalities effect. *Journal Information Technology and Communication*, 12 (2), 159.
- Jahangard, E. (2007). *The economics of ICT*. Commercial ministry publisher, Tehran (in Persian).
- Jorgenson, D.W., & Motohashi, K. (2005). Information technology and the Japanese Economy, NBER Working Paper, 11801.
- Jakob, brochner madson, (2005). Technology spillover throught trade and TFP emergence: 120 years of evidence for the OECD, EPRU and FRU University of Copenhagen.
- Jorgenson, D. W. (2001). Information technology and the U.S. economy, *American Economic Review*, 91(1), 1-32.
- Jorgenson, D. W., Gollop, F. M., & Fraumeni, B. M. (1987). *Productivity and U.S. economic growth*, Cambridge, Harvard University Press.
- Komeyjani, A., & Mahmoodzadeh, M. (2008). The effect of infrastructure, usage and spillover on economic growth in developing countries. *Journal of Commercial Research*, 49, 31-73 (in Persian).
- Komeyjani, A., & Mahmoodzadeh, M. (2008). The effect of ICT on economic growth in Iran: Growth accounting approach. *Journal of Economic Letter*, 8(29), 75-107(in Persian).
- Lee, H., & Khatri, Y. (2003). IT and productivity growth in Asia. IMF working paper, WO/03/13.
- Lee, S. Y., Gholami, T. R., & Tong, T. Y. (2005). Time series analysis in the implications for the new economy. *Information & Management* 42. 1009-1022.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Jurnal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Mahmoodzadeh, M. (2010). The effect of ICT on TFP in Iran. *Journal of Excutive Managment*, 9(36), 107-130(in Persian).
- Mahmoodzadeh, M. (2010). The effect of ICT on TFP in developing countries, *Journal of Commercial Studies*, 57, 29-64 (in Persian).
- Moshiri, S., & Nikpor, S. (2008). The effect of ICT and spilover on economic growth, *Journal of Iranian Economic Studies*, 9(33), 75-103(in Persian).
- Moshiri, S., & Jahangard, E. (2008). ICT and economic growth in Iran. *Journal of Iranian Economic Studies*, 6(19), 55-78 (in Persian).
- Nelson, R., & Phelps, E. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth, *American Economic Review*, 56, 69-75.

- OECD. (1993). The Measurement of scientific activities: Proposed standard practice for surveys of research and experimental development. Paris, 29.
- Penn World Table (PWT) (2002). PWT2.1, Retrieved from :<http://pwt.econ.upenn.edu>.
- Penn World Table (PWT) (2006). PWT6.2, Retrieved from :<http://pwt.econ.upenn.edu>.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, 5, part 2.
- Rahmani, T., & Hayati, S. (2008). The effect of ICT on TFP: Cross country study. *Iranian journal of Economic Research*, 9(33), 52 (in Persian).
- Shiu, A., & Heshmati, A. (2006). Technical change and Total factor productivity growth for chinese provinces: A panel data analysis, IZA DP.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2007). Information economy report: a development perspective, New York and Geneva.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Introductory econometrics*. 3<sup>rd</sup> Edition.
- World Bank. (2008). *World Development Indicator (WDI)*.
- World Information Technology Service Allianc. (2006 & 2002).