

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۹، زمستان ۱۳۸۷، ۳۱-۷۳

اثرات زیرساخت، کاربری و سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه

دکتر اکبر کمیجانی* دکتر محمود محمودزاده**

دریافت: ۸۶/۱۱/۳

پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۳

زیرساخت فاوا / کاربری فاوا / اثرات سرریز / رشد اقتصادی / کشورهای در حال توسعه

چکیده

هدف این مقاله بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه است. بدین منظور آثار فاوا بر رشد با دو گونه متغیرهای نماینده فاوا مورد مطالعه قرار گرفت. متغیرهای نوع اول عبارت است از ضریب نفوذ تلفن ثابت برای زیرساخت‌های فاوا و ضریب نفوذ اینترنت برای کاربری فاوا. متغیرهای نوع دوم عبارت است از شاخص‌های اربیکام که برای زیرساخت‌های فاوا شاخص شبکه، برای کاربری فاوا شاخص کاربری اطلاعاتی و برای وضعیت سرمایه انسانی نیز شاخص سرمایه انسانی را اندازه‌گیری و ارائه نموده است.

اثرات فاوا بر رشد اقتصادی در حالت پایدار و با استفاده از روش داده‌های تلفیقی برای ۵۱ کشور و زیرگروه‌های مختلف در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۵ مطالعه و یافته‌های

komijani@ut.ac.ir

mahmod.ma@yahoo.com

* دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

** استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

■ محمود محمودزاده - مسئول مکاتبات.

زیر حاصل شد. سرمایه فیزیکی، ضریب نفوذ تلفن ثابت، شاخص شبکه، کاربری اطلاعاتی، اینترنت و باز بودن تاثیر مثبت و نرخ رشد جمعیت و تورم تاثیر منفی بر رشد اقتصادی دارند. اثر سرمایه انسانی بر رشد پایدار نیست و همگرایی اقتصادی کشورهای در حال توسعه تایید می شود.

هسته یافته ها این است که فاوا به سه طریق بر رشد اقتصادی اثر مثبت دارد: اول از طریق زیرساخت های فاوا که خود به عنوان صنعت مطرح بوده و نقش مهمی در نمایان شدن آثار بعدی فاوا دارد؛ دوم از طریق کاربری فاوا که استفاده از آن امروزه در تمامی جنبه های اقتصادی و اجتماعی میسر شده است؛ و سوم از طریق آثار سرریز فاوا به تمامی بخش های اقتصادی است که از فاوا به عنوان نهاد در تمامی بخش ها استفاده می شود.

طبقه بندی JEL: O47, L63

مقدمه

ارزیابی اثرات فاوا بر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله رشد اقتصادی از دهه ۱۹۹۰ به طور جدی مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است. به لحاظ نظری فاوا هم در طرف عرضه و هم در طرف تقاضای اقتصاد تاثیر می‌گذارد. در طرف تقاضا از طریق تابع مطلوبیت بر رفتار اقتصادی مصرف‌کننده تاثیر می‌گذارد و در طرف عرضه به عنوان نهاد بر رفتار تولیدکننده مؤثر است. در این مقاله با توجه به هدف آن تنها به طرف عرضه پرداخته می‌شود.

فاوا در طرف عرضه اقتصاد در کنار عوامل مکمل (تجارب مدیریتی، قانونگذاری، ساختار اقتصادی، سیاست‌های دولت و سرمایه انسانی)، به عنوان نهاد در طرف عرضه اقتصاد در کنار سایر نهاد به صورت سرمایه وارد می‌شود و باعث بهبود فرآیند تولید از طریق تعمیق سرمایه، پیشرفت فن آوری و کیفیت نیروی کار می‌گردد. نتیجه آن افزایش ارزش افزوده در سطوح بنگاه، بخش و کشور است و در نهایت رشد بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری کل و رشد اقتصادی را به دنبال دارد.^۱

مطالعات متعددی در زمینه تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته و در برخی موارد کشورهای در حال توسعه انجام یافته است. بیشتر مطالعات تاثیر مثبت فاوا را بر رشد کشورهای توسعه یافته تایید نموده‌اند. نتیجه برای کشورهای در حال توسعه با اتفاق نظر همراه نیست. مشکل عمده مطالعات انجام یافته این است که این مطالعات از روش‌شناسی مشخص برای انتخاب کشورهای مورد مطالعه استفاده ننموده‌اند و بیشتر براساس امکان دسترسی به مجموعه داده‌ها و اطلاعات کشورها، مطالعات به روش تلفیقی انجام یافته است.

در این مقاله تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه با استفاده از داده‌های تلفیقی ارزیابی شده است. برای انتخاب کشورها از روش‌شناسی اربیکام (۲۰۰۵) استفاده شده است. این روش از این مزیت برخوردار است که کشورها را بر اساس زیرساخت و کاربری فاوا طبقه‌بندی می‌نماید و کشورها بر اساس شکاف دیجیتالی رتبه‌بندی می‌شوند. بر این اساس کشورهایی انتخاب شده‌اند که بیشترین شباهت را از نظر

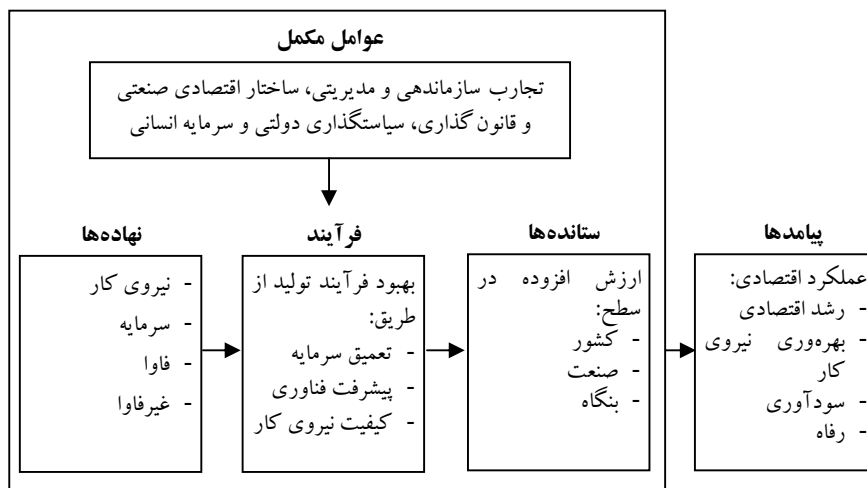
۱. ددریک و همکاران، (۲۰۰۳).

زیرساخت و کاربری فاوا به ایران دارند. افزون بر این، علاوه بر استفاده از شاخص‌های ترکیبی اریکام، از متغیرهای واقعی نیز استفاده شده است تا امکان مقایسه نتایج فراهم شود و نتایج از اطمینان بیشتری برخوردار باشد.

این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. پس از مقدمه، مبانی نظری و تجربی بررسی شده، سپس تصریح مدل، روش‌شناسی انتخاب کشورها به اجمال تحلیل شده و در بخش‌های بعدی شرح متغیرها و منابع داده‌ها و نتایج تجربی آورده شده است. بخش پایانی را خلاصه و نتایج تشکیل می‌دهد.

۱. مبانی نظری فاوا و رشد اقتصادی

چگونه فاوا در طرف عرضه اقتصاد به رشد اقتصادی کمک می‌نماید؟ فرآیند اثرگذاری فاوا در نمودار (۱) ارائه شده است. همان‌گونه که در نمودار مشخص شده فاوا به عنوان نهاده در کنار سایر عوامل تولید باعث بهبود فرآیند تولید، تعمیق سرمایه، پیشرفت فن آوری و کیفیت نیروی کار می‌شود. پیامدهای این اثر افزایش ارزش افزوده در سطح بنگاه، بخش و کشور و سرانجام رشد اقتصادی، بهره‌وری و رفاه مصرف‌کننده است.



نمودار ۱- فاوا و عملکرد اقتصادی

منبع: ددریک و همکاران (۲۰۰۳).

چارچوب مفهومی بعدی توسط اریکام^۱ (۲۰۰۵) ارائه شده است. در ابتدا لازم است بین تولید فاوا و استفاده فاوا تمایز قائل شویم. فاوا ماهیت دوگانه دارد. آنها هم دارائی های تولیدی هستند و هم کالاهای مصرفی محسوب می شوند. بر این اساس در این الگوی مفهومی بر اساس تراکم اطلاعاتی^۲ و کاربری اطلاعاتی^۳ بسط یافته است. در تراکم اطلاعاتی موجودی سرمایه فاوا و نیروی کار فاوا مورد نظر است که دلالت بر ظرفیت های تولیدی فاوا دارد. کاربری اطلاعاتی به جریان استفاده از فاوا مرتبط است. به لحاظ فنی می توان این دو بخش را جمع نموده و به درجه فاوا - نی^۴ و یا وضعیت اطلاعاتی^۵ کشور رسید. در این صورت می توان تفاوت بین وضعیت اطلاعاتی را شکاف دیجیتالی نامید (نمودار ۲).

تراکم اطلاعاتی = مجموع موجودی فاوا (سرمایه و نیروی کار)

کاربری اطلاعاتی = جریان استفاده از فاوا در طی زمان

وضعیت اطلاعاتی = مجموع تراکم اطلاعاتی و کاربری اطلاعاتی

نمودار ۲- مفهوم تراکم، کاربری و وضعیت اطلاعاتی

منبع: اریکام (۲۰۰۵).

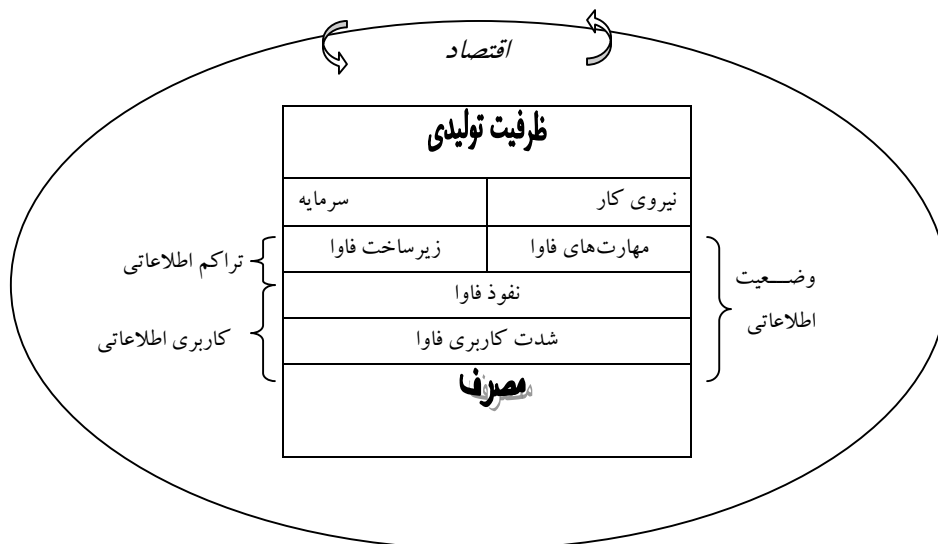
- تراکم اطلاعاتی: ظرفیت تولید هر کشور بر اساس کمیت و کیفیت عوامل تولید تعیین می شوند. در هر لحظه از زمان، ظرفیت تولید به خاطر ثابت بودن حجم عوامل تولید، فناوری و ترکیب آنها ثابت است ولی در طول زمان عوامل تولید گسترش می یابند. رشد نهاده ها، رشد فناوری و بهره وری ابزارهای توسعه ظرفیت های تولیدند که فاوا هر سه مورد را تغییر می دهد. موجودی سرمایه فاوا شامل زیرساخت شبکه، ماشین ها و تجهیزات فاوا است. نیروی کار فاوا به عنوان مجموع افراد شاغل در این

1. Orbicom
2. Info-Density
3. Info-Use
4. ICT-Ization
5. Info State

بخش نیست بلکه مهارت‌های نیروی کار در زمینه فاوا است. تولید تابعی از موجودی فاوا است.

- کاربری اطلاعاتی: دسترسی به کالاهای فاوا برای استفاده از خدمات فاوا بسیار ضروری است که ظرفیت تولیدی را تشکیل می‌دهند که مقدمه‌ای برای ایجاد جریان مصرف است. از این نظر تفکیک بین جذب فاوا^۱ (کالاهای فاوا) و شدت کاربری فاوا^۲ مهم است.

فرآیند اثرگذاری فاوا در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد در نمودار (۳) نمایش داده شده است. مزیت این مدل نسبت به الگوی قبلی این است که از بخش تقاضای فاوا چشم‌پوشی نکرده است و تقسیم‌بندی روشن از لایه‌های تولید، کاربری و مصرف فاوا ارائه می‌دهد. شکل زیر شمای چارچوب مفهومی را به خوبی نشان می‌دهد.



نمودار ۳- اثرگذاری فاوا در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد

منبع: اریکام (۲۰۰۵).

1. Uptake ICT
2. Intensity of use

در الگوهای مفهومی ارایه شده، به طور صریح بر تاثیر فاوا بر عملکرد اقتصادی از جمله رشد اقتصادی تاکید شده است. در دهه اخیر، برخی اقتصاددانان به دنبال توضیح دانش و فن آوری های جدید به عنوان عامل رشد برآمدند. مطالعات کوا^۱ (۲۰۰۱، ۲۰۰۳) و پوجولا (۲۰۰۰، ۲۰۰۱) از اهم مطالعات انجام یافته در این زمینه هستند.

تاثير فناوری بر رشد از قدیم مورد بحث بوده است که به سه دسته قابل تقسیم هستند. در مفهوم کلاسیک فناوری مجموع دانش تبلور یافته در ابزار و روش های تولید است. از نگاهی، تاثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه ای تجسم یافته، تحلیل شده که نتیجه آن افزایش بهره وری سرمایه بوده است. در حالت دوم فناوری بهره وری نیروی کار را افزایش می دهد. در حالت سوم فناوری بهره وری کل نه لزوما بهره وری کار یا سرمایه را افزایش می دهد که به عنوان فناوری هیکس ختنی تعبیر می شود. به خاطر اهمیت فناوری به عنوان یک عامل در الگوهای رشد بحث می شود. سولو از پیشگامان در این زمینه است.

سوال این است که چگونه می توان پدیده فاوا را در چارچوب مدل نئوکلاسیکی قرار داد؟ برای پاسخ به این سوال لازم است بین مصرف کننده و تولید کننده فاوا تفاوت قائل شویم. از آنجا که فاوا در صنایع تولید کننده آن نقش ستانده و در صنایع مصرف کننده آن نقش نهاده دارد، بنابراین با دو اثر مواجه هستیم. بهبود کیفیت فاوا منجر به تسریع رشد بهره وری در صنایع تولید کننده فاوا و انباشت سریع تر نهاده در صنایع مصرف کننده فاوا می شود. بدین ترتیب مدل نئوکلاسیکی پیش بینی می کند که در نتیجه این تعمیق سریع و رشد بهره وری نیروی کار در صنایع مصرف کننده فاوا و پیشرفت فن و رشد بهره وری کل در صنایع تولید کننده فاوا اتفاق می افتد.

رشد سرمایه گذاری در فاوا و تعمیق سرمایه باعث رشد سریع خدمات سرمایه ای می شود. با کاهش قیمت های نسبی تجهیزات فاوا و سرمایه گذاری بنگاه ها، سهم نهاده های فاوا افزایش یافت و باعث رشد بهره وری در کشورهای صنعتی شد. این موضوع در انطباق با مدل های نئوکلاسیکی است زیرا رشد سریع فاوا و کاهش قیمت آنها و جانشینی به جای دیگر نهاده ها در توابع تولید و انباشت زیاد سرمایه توسط آنها و به وجود آوردن رشد زیاد

بهره‌وری در هماهنگی کامل با مدل‌های رشد نئوکلاسیکی است. در دوره‌های قبل به دلیل حجم اندک فاوا روابط فوق برقرار نبوده ولی در اواخر دهه ۱۹۹۰ همراه با رشد سرمایه‌گذاری فاوا و در دسترس قرار گرفتن حجم زیاد نهاده فاوا، اثر زیاد آن بر بهره‌وری را شاهد هستیم. در رابطه با تاثیر فاوا بر بهره‌وری در صنایع مختلف اثرات مختلف (مثبت یا منفی) حاصل شده است. اما در رابطه با بنگاه اثر مثبت حاصل شده و بازدهی برآورد شده فراتر از دیگر سرمایه‌ها بوده است.

علی‌الظاهر بازدهی زیاد فاوا در طی زمان با مدل‌های رشد درونزا قابل توجیه است. اما می‌تواند با مدل‌های نئوکلاسیکی نیز در انطباق باشد. در قالب این مدل‌ها، فاوا باید بازدهی نهائی بالائی داشته باشد زیرا آنها بخش زیادی از ارزش خود را از دست می‌دهند. قیمت خرید رایانه‌ها اندک است ولی به دلیل آن که خیلی زود از رده خارج می‌شوند استفاده از آنها گران تمام می‌شود. لذا این مفهوم که پیشرفت فنی در یک صنعت خاص باعث افزایش بهره‌وری کل می‌شود، مفهوم جدیدی نیست و با چارچوب کلی نئوکلاسیکی مطابقت دارد. حتی در زمان دومار^۱ (۱۹۶۱) اقتصاددانان اعتقاد داشتند که رشد بهره‌وری کل ناشی از پیشرفت فنی میان صنایع مختلف است. شتاب گرفتن پیشرفت فنی در صنایع کلیدی می‌تواند بهره‌وری کل را از طریق سهم مستقیم بهره‌وری کل و هم‌انباشت سرمایه القائی همراه با تغییر قیمت‌های نسبی افزایش یابد.

اما تاکنون علت این که چرا بخش‌هایی مانند بازارهای مالی، بیمه، مسکن و خدمات که به شدت از رایانه استفاده می‌کنند از رشد بهره‌وری کمتری برخوردارند، روشن نشده است. در این زمینه سه پاسخ زیر ارائه شده است: برخی از جمله استیرو (۲۰۰۱) معتقدند که مشکلات مربوط به اندازه‌گیری منجر به این نتیجه (معمای بهره‌وری رایانه) می‌شود، برخی اعتقاد دارند رایانه یک ابزار جدید است و به زمان زیادی نیاز است تا بتواند در فرآیند تولید تغییراتی به وجود آورده و منجر به رشد شدیدتر بهره‌وری در اقتصاد شود. با این وجود این گزینه قابل قبولی نیست زیرا رایانه و سرمایه‌گذاری در آن امر جدیدی نیست و اولین خرید تجاری رایانه در آمریکا مربوط به سال ۱۹۵۴ است؛ برخی معتقدند لزوماً رایانه

1. Domar

و فاوا در تمام صنایع مولد و کارا نیست.

منافع فاوا ابتدا به تولیدکنندگان و مصرف کنندگان فاوا تعلق می گیرد و در نهایت از طریق اثر سرریز به دیگران می رسد. البته مدل های نئو کلاسیکی توضیح نمی دهد که چرا پیشرفت فنی در سال های اخیر در صنایع فاوا شتاب گرفته است. مدل های درونزا می توانند پاسخ مناسب را ارائه نمایند.

در مجموع، تئوری های رشد اقتصادی اعم از درونزا و برونزا در زمینه اثرگذاری فاوا بر رشد اقتصادی اتفاق نظر دارند ولی نحوه اثرگذاری و تفسیر آنها از این پدیده متفاوت است. نتیجه مباحثه ها در این زمینه این است که فاوا از طریق تعمیق سرمایه، بهبود بهره وری نیروی کار و پیشرفت فنی، افزایش اثرات شبکه ای و سرریز به رشد اقتصادی کشورها کمک می کند و نمایان شدن این پیامدها با گذشت زمان و پذیرش فعالان اقتصادی بیشتر می شود. البته اثرگذاری فاوا بر تمامی بخش ها نیز یکسان نبوده و به درجه فاوایی بخش ها و اقتصاد کشورها بستگی دارد. همچنین فراهم بودن عوامل مکمل اقتصادی پیش شرط لازم برای آشکار شدن مزایای فاوا است.

۲. مطالعات تجربی

برای ارزیابی تاثیر فاوا در سطح کلان دو رویکرد کلی وجود دارد: رویکرد اول تاکید بر بخش فاوا و اندازه گیری تاثیر آن بر رشد دارد. این مدل بر این فرض استوار است که با بزرگ شدن بخش تولید و خدمات فاوا و افزایش بهره وری در این بخش، رشد افزایش می یابد. این آثار مثبت فاوا از رشد سریع فناوری و تقاضای بسیار بالا برای فاوا ایجاد می شود. مزیت این تحلیل این است که روابط علی محکمی را بین فاوا و بهره وری و رشد نمایان می کند ولی بر کشورهای تولید کننده فاوا تاکید دارد. همچنین این رویکرد از حجم وسیعی از اختلاف در کاربری از فاوا به عنوان نهاده در سایر صنایع چشم پوشی می کند. افزون بر این، هیچ پیشنهادی برای کشورهای کمتر توسعه یافته فناوری ارائه نمی کند که چگونه می توانند به اقتصاد اطلاعاتی کشورهای پیشرو برسند.

رویکرد دوم برای اندازه گیری فاوا، تمرکز بر نهاده های فاوا و بخش کاربری فاوا است.

این روش تاثیر سرمایه گذاری فاوا را بر تعمیق کل سرمایه و افزایش بهره‌وری نیروی کار برآورد می‌کند. انتظار می‌رود با افزایش سرمایه گذاری فاوا، تولید سرانه افزایش یابد. پشتوانه نظری این مدل تئوری رشد سولو است که تاثیر سرمایه فاوا را از سرمایه غیر فاوا جدا نموده و مجزا در مدل لحاظ می‌کند. چالش اصلی این رویکرد، تفاوت داده‌های آماری حساب‌های ملی کشورها در مورد سرمایه گذاری مربوط به فاوا و غیر فاوا است. علاوه بر این، این روش به خاطر برآورد کمتر از حد واقع اثر فاوا بر رشد مورد انتقاد قرار گرفته است. چون این روش از اثرات بالقوه شبکه و اثرات سرریز دانش را که فرض می‌شود از طریق فاوا ایجاد می‌شود، چشم‌پوشی کرده است. به طور کلی مطالعات تجربی در این زمینه را از نظر روش‌شناسی می‌توان به سه دسته طبقه‌بندی نمود:

الف. برخی مطالعات با استفاده از الگوی حسابداری رشد و با استفاده از اطلاعات ملی کشورها و یا با استفاده از برآوردهای اقتصادسنجی سهم عوامل را از رشد به دست آورده‌اند. این مطالعات از تابع تولید گسترش یافته سولو استفاده کرده‌اند؛ تولید تابعی از سرمایه فیزیکی، سرمایه فاوا، نیروی کار و تکنولوژی تعریف شده است. بسته به دسترسی به اطلاعات، سرمایه فاوا به سه زیربخش سخت‌افزار، نرم‌افزار و ارتباطات تقسیم شده است. برای محاسبه سهم هر یک از نهادها از رشد اقتصادی دو روش وجود دارد: روش اول استفاده از داده‌ها و اطلاعات کشورها در چارچوب حسابداری رشد بدون استفاده از برآوردهای اقتصادسنجی بوده است. در روش دوم برای برآورد سهم هر یک از نهادها از برآورد رگرسیونی استفاده شده و سپس با استفاده از معادله حسابداری رشد، سهم نهادها از رشد محاسبه شده است (جرگسون، ۲۰۰۵).

$$\begin{aligned} \Delta \ln Y &= \bar{w}_{I,n} \Delta \ln I_n + \bar{w}_{I,c} \Delta \ln I_c + \bar{w}_{I,s} \Delta \ln I_s + \bar{w}_{I,t} \Delta \ln I_t + \bar{w}_{c,n} \Delta \ln C_n + \bar{w}_{c,c} \Delta \ln C_c \\ &= \bar{v}_{K,n} \Delta \ln K_n + \bar{v}_{K,c} \Delta \ln K_c + \bar{v}_{K,s} \Delta \ln K_s + \bar{v}_{K,t} \Delta \ln K_t + \bar{v}_L \Delta \ln L + \Delta A \\ \bar{w}_{I,n} + \bar{w}_{I,c} + \bar{w}_{I,s} + \bar{w}_{I,t} + \bar{w}_{c,n} + \bar{w}_{c,c} + \bar{v}_{K,n} + \bar{v}_{K,c} + \bar{v}_{K,s} + \bar{v}_{K,t} + \bar{v}_L &= 1 \end{aligned}$$

بر اساس این معادله، منبع رشد اقتصادی، خدمات سرمایه غیر فاوا (K_n)، خدمات رایانه (K_c)، خدمات سرمایه نرم‌افزار (K_s) خدمات سرمایه ارتباطات (K_t) و خدمات نیروی کار (L) است. بهره‌وری کل عوامل از طریق A اندازه‌گیری می‌شود. \bar{v} ، \bar{w} به

ترتیب بیانگر سهم تولید و عوامل تولید است.

مطالعات جرگنسون (۲۰۰۰؛ ۲۰۰۱)، اولینر و سیچل (۱۹۹۴؛ ۲۰۰۰)، جرگنسون و استیرو (۱۹۹۵؛ ۲۰۰۰)، جرگنسون و همکاران (۲۰۰۴) و جرگنسون و موتوهایشی (۲۰۰۵) نشان دادند فاوا تاثیر مثبت بر رشد اقتصادی و بهره‌وری در اقتصاد آمریکا و ژاپن دارد. مطالعه مهم دیگری که با رویکرد حسابداری انجام یافته، مطالعه جرگنسون و وو (۲۰۰۶) است.

پیاتوسکی و آرک (۲۰۰۵) نقش فاوا را بر بهره‌وری کل و رشد اقتصادی در کشورهای اروپای شرقی و مرکزی در مقایسه با ۱۵ کشور اروپایی و آمریکا ارزیابی نموده‌اند. این مطالعه از این نظر اهمیت دارد که صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده از هم تفکیک شده و سهم آنها از رشد اقتصادی کشورها برآورد شده است. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که فاوا به طور قوی بهره‌وری کل را در کشورهای اروپای شرقی و مرکزی افزایش داده و بیشترین تاثیر را بر همگرایی کشورها در دهه ۱۹۹۰ داشته است. همچنین صنایع مصرف‌کننده در مقایسه با صنایع تولیدکننده نقش بیشتری در رشد اقتصادی کشورها داشته است.

کميجانی و محمودزاده (۱۳۸۶) با استفاده از روش حسابداری رشد، سهم فاوا را از رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۵۲-۸۴ برآورد نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد سرمایه غیر فاوا نقش غالب در اقتصاد داشته و حدود ۵۰ درصد رشد اقتصادی ایران را توضیح می‌دهد. سهم اشتغال از رشد اقتصادی ۳۸-۳۰ درصد و سهم بهره‌وری کل ۱۰-۷ درصد است. کثش تولیدی فاوا ۰/۰۷ بوده و معنادار است و سهم آن از رشد اقتصادی ایران حدود ۷ درصد در دوره ۸۲-۱۳۷۳ است. این سهم حداقل مقدار است و شامل اثرات تعدیل کیفی، کاربری، سرریز و تکنولوژیکی نمی‌باشد. افزون بر این، رابطه علیت از طرف موجودی سرمایه فاوا بر تولید در کوتاه مدت و بلندمدت برقرار است و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در اقتصاد ایران وجود دارد.

مزیت عمده این گونه مطالعات این است که به طور مشخص سهم فاوا از رشد اقتصادی کشورها را تعیین می‌کنند و به جای تکیه بر روش‌های اقتصادسنجی، از روش‌های آماری توصیفی بهره می‌برند. بنابراین اثرات فاوا بر رشد اقتصادی را به صورت ملموس

اندازه گیری می کنند. عیب عمده این گونه مطالعات این است که به جای تحلیل عوامل موثر بر رشد اقتصادی، صرفاً به تفکیک مکانیکی منابع رشد پرداخته می شود و از تحلیل و ارزیابی عوامل مهم موثر بر رشد صرف نظر می شود. البته انجام مطالعه بین کشوری و در قالب روش های اقتصادسنجی با این رویکرد میسر نیست.

ب. گروه دوم مطالعاتی هستند که الگوی نظری آنها را تئوری های رشد شکل می دهد و نتایج تجربی بر یافته های اقتصادسنجی استوار است. در این نوع مطالعات، علاوه بر متغیرهای اصلی از قبیل سرمایه فاوا، غیر فاوا و نیروی کار از برخی متغیرهای محیطی و کنترلی از قبیل سرمایه انسانی، تورم و باز بودن اقتصاد که نشان دهنده ویژگی های کشورهاست نیز استفاده می شود. مطالعاتی با تاکید بر تئوری های رشد نیز انجام یافته است. بانک جهانی^۱ (۱۹۹۸) نقش فاوا بر رشد اقتصادی را در ۷۴ کشور طی دوره های ۶۵-۱۹۷۵، ۸۷-۱۹۷۵ و ۹۵-۱۹۸۵ بررسی کرده است. در این مطالعه تاثیر متغیرهای آموزش، باز بودن تجارت و دسترسی به زیرساخت های ارتباطی بر تولید ناخالص داخلی مطالعه شده است. آموزش با متوسط سال های تحصیل، درجه باز بودن تجاری متوسط صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی اسمی و زیرساخت ارتباطی با ضریب نفوذ تلفن ثابت اندازه گیری شده است. در تحلیل رگرسیونی از متغیرهای نسبت سرمایه گذاری حقیقی، سهم مخارج دولت از تولید ناخالص داخلی حقیقی و همچنین سطح اولیه تولید ناخالص داخلی نیز استفاده شده است. نتایج نشان می دهد همبستگی مثبت و معنی دار بین رشد تولید ناخالص داخلی، آموزش، باز بودن تجارت و زیر ساخت های ارتباطی وجود دارد.

دوان و کرامر (۱۹۹۸) با استفاده از داده های تلفیقی ۱۷ کشور توسعه یافته همگون و تابع تولید کاب داگلاس در دوره زمانی ۱۹۸۵-۱۹۹۲ به این نتیجه رسید که فاوا تاثیر مثبت و معنی دار بر رشد دارد. دوان و کرامر^۲ (۱۹۹۸) با استفاده از داده های تلفیقی ۱۷ کشور توسعه یافته همگون و تابع تولید کاب داگلاس در دوره زمانی ۹۲-۱۹۸۵ به این نتیجه رسیدند که فاوا تاثیر مثبت و معنی دار بر رشد دارد. تابع تولید برآورد شده با استفاده از

1. World Bank

2. Dewan and Craemer

داده‌های تلفیقی و به روش حداقل مربعات معمولی به شرح زیر است:

$$\ln y_{92} - \ln y_{85} = 0.41(\ln IT_{92} - \ln IT_{85}) - 0.56(\ln k_{92} - \ln k_{85}) - 0.153(\ln L_{92} - \ln L_{85})$$

در معادله فوق از متغیرهای لگاریتم تولید سرانه، موجودی سرمایه فاوا و غیر فاوا سرانه و کل نیروی کار استفاده شده است. در استفاده از این روش تصریح، از تفاوت مقدار داده‌ها در اول و آخر دوره به این دلیل استفاده می‌شود تا امکان تعدیل وقفه‌ها در سیستم تولید فراهم شود.

دوان و کرامر (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای دیگری بر روی ۳۶ کشور در دوره ۹۳-۱۹۸۵ با

استفاده از تابع تولید زیر:

$$\ln y_{it} = \alpha + \lambda_t + \alpha_1 \ln IT_{it} + \alpha_2 \ln k_{it} + \alpha_3 \ln L_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

به بررسی تاثیر فاوا بر رشد پرداختند. در معادله فوق $\varepsilon, v, \lambda, L, K, IT, Y$ به ترتیب تولید، سرمایه فاوا، سرمایه غیر فاوا، نیروی کار، اثرات زمانی، اثرات خاص هر کشور و جزء اخلاص است. این معادله به روش تلفیقی - اثرات تصادفی برآورد شد که در کشورهای صنعتی ارتباط مثبت و معنی‌داری بین فاوا، رشد و بهره‌وری وجود دارد، لیکن گواهی مبنی بر وجود چنین ارتباطی در کشورهای در حال توسعه وجود ندارد.

بلورجی و همکاران^۱ (۲۰۰۶) عوامل موثر بر رشد را با تاکید بر فاوا در ۲۵ کشور به روش تلفیقی و GMM^۲ بررسی نموده‌اند. این روش این مزیت را دارد که اجازه می‌دهد اثرات سرریز عوامل بر بهره‌وری نمایان شود. هم تولید فاوا و هم مخارج فاوا اثرات مثبت بر رشد داشته در حالی که رشد نیروی کار تاثیر منفی گذاشته است. عوامل موثر بر GDP سرانه (نسبت GDP به کل اشتغال بر حسب برابری قدرت خرید به دلار آمریکا) در سال ۲۰۰۰ با استفاده از معادله زیر بررسی شده است.

$$\Pi_i = a_1 RT_i + a_2 TEL_i + a_3 PRIM_i + a_4 TERT_i + a_5 ITS_i + a_6 TE_i + a_7 CRED_i + a_8 INFL_i + \varepsilon_i$$

Π_i ، GDP بر حسب برابری قدرت خرید، RT متوسط طول جاده‌ها، TEL ضریب نفوذ تلفن ثابت، PRIM متوسط نرخ ناخالص ثبت نام در دوره ابتدایی، TERT متوسط نرخ ناخالص ثبت نام در دوره دبیرستان، ITS متوسط مخارج فاوا به GDP، TE: نرخ

1. Belorgy, Lecat and Maury

2. Generalized Method of Moments

اشتغال، CRED: متوسط نقدینگی بخش خصوصی به GDP، INFL متوسط نرخ تورم حاصل از شاخص قیمتی مصرف کننده، i تعداد کشورهاست. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای فاوا تاثیر مثبت و معنادار دارند. رشد نیروی کار تاثیر منفی دارد که تایید کننده بازده نزولی نیروی کار است. همچنین سرمایه‌گذاری فیزیکی تاثیر مثبت بر رشد دارد. مشکلی که وجود دارد این است که سرمایه‌گذاری فاوا نسبتی از مخارج فاوا است که سبب شده ضرایب برآوردی مشابه باشند.

لی و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس، رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و فاوا و بین جزء اخلاص سولو و فاوا را برای ۲۰ کشور (توسعه یافته و در حال توسعه) و داده‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۰ بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه نمی‌توانند در بهبود بهره‌وری استفاده نمایند. نور (۲۰۰۲) در مطالعه خود در مورد مصر و برخی کشورهای عربی حوزه خلیج فارس در دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۱ نشان داد که تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی در مصر و کشورهای عربی مثبت ولی معنی داری نیست. لی و کاتری (۲۰۰۳) نشان دادند که فاوا بر رشد اقتصادی در کشورهای آسیای جنوب شرقی در دهه ۱۹۹۰ کمک کرده است.

مزیت این مطالعات این است که فراتر از تفکیک مکانیکی توانسته‌اند علاوه بر متغیرهای هسته، برخی عوامل دیگر موثر بر رشد اقتصادی کشورها نیز ارزیابی نموده‌اند. با این وجود، این مطالعات تفاوت‌های بسیار زیاد کشورها از نظر زیرساخت و سیاست‌گذاری را در الگوهای تجربی خود لحاظ نمی‌کنند از این نظر مطالعات بین کشورهای بالاخص برای کشورهای ناهمگن با این روش ممکن است نتایج تورش دار به دنبال داشته باشد.

ج. گروه سوم برای ارزیابی فاوا بر رشد از الگوی نظری رشد در حالت پایدار استفاده کرده‌اند و از روش‌های اقتصادسنجی بهره برده‌اند.^۱ مطالعات تجربی با رویکرد استفاده از سطح تولید در حالت پایدار نیز وجود دارد. پوجولا (۲۰۰۰) تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی در ۳۹ کشور در حال توسعه و توسعه یافته طی دوره ۱۹۸۰-۹۵ ارزیابی نموده است. فاوا بر

۱. به جهت رعایت اختصار، از ذکر جزئیات فنی این رویکرد در این قسمت صرف نظر شده و توضیح کامل در این زمینه در بخش تصریح مدل (قسمت ۳-۲ این مقاله) آورده شده است.

رشد اقتصادی کشور های در حال توسعه موثر بوده ولی معناداری آن با شک همراه است. پوجولا (۲۰۰۲) برای ۴۲ کشور (۲۴ کشور با درآمد بالا و ۱۸ کشور در حال توسعه) در دوره ۱۹۸۵-۱۹۹۹ و روش تلفیقی اثر فاوا بر رشد را برآورد نمود. نتایج نشان داد که بر خلاف یافته های تحقیقات قبل، تأثیر متغیر مخارج فاوا بر تولید ناخالص داخلی و سرمایه انسانی در نمونه ۴۲ کشور و ۲۴ کشور با درآمد بالا مثبت بوده ولی معنی دار نیست.

مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳) نشان دادند فاوا بر رشد در ایران تاثیر مثبت داشته ولی معنادار نیست. آنها از روش پوجولا (۲۰۰۰) استفاده نموده و با اضافه نمودن برخی متغیر های کنترلی از جمله تورم، آن را با استفاده از داده های سری زمانی ۸۰-۱۳۴۸ به روش فضا حالت^۱ برای ایران برآورد نموده اند. نتایج نشان دهنده تاثیر مثبت و معنادار سرمایه گذاری در بخش ارتباطات بر رشد اقتصادی در ایران است. اثر این متغیر در اواخر دهه ۱۳۶۰ و اوایل دهه ۱۳۷۰ کاهش یافته و با بهبود شاخص های فناوری اطلاعات، در اواخر دهه ۱۳۷۰ بهبود یافته است. به زعم آنها افزایش سرمایه گذاری داخلی و مستقیم خارجی به سبب افزایش تطابق با فن آوری جدید و همچنین ایجاد فضای مناسب و استفاده موثر از فاوا می تواند این اثر را تداوم بخشد.

مزیت برجسته این رویکرد، در نظر گرفتن شرایط اولیه اقتصاد کشورهاست. همچنین این روش این امکان را فراهم می کند که بدون نیاز به برخی داده های از قبیل سرمایه انسانی فاوا و غیر فاوا (که بیشتر کشورها در حال توسعه ندارند) بتوان مدل های تجربی را برآورد نمود.

در جدول (۱) فهرست مطالعات مختلف و خلاصه نتایج آنها برای مقایسه کلی آورده شده است. بیشتر نتایج نشان دهنده اثرات مثبت فاوا بر رشد بوده است. در برخی مطالعات انجام یافته در کشور های در حال توسعه، اثرات مثبت فاوا بر رشد معنادار نیست.

جدول ۱- اهم مطالعات تجربی در زمینه تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی

نویسنده/کان	کشور	دوره	نتیجه
جرگسون (۲۰۰۱)	آمریکا	۷۳-۱۹۵۹، ۹۳-۹۵ و ۹۵-۹۹	+
اولینر و سیچل (۲۰۰۱)	آمریکا	۹۵-۱۹۹۳ و ۹۵-۹۹	+
هاکر و مورسینگ	۲۰ کشور صنعتی	۹۵-۱۹۸۵ و ۹۶-۲۰۰۰	+
جرگسون و موتوهایشی (۲۰۰۵)	آمریکا و ژاپن	۱۹۷۵-۲۰۰۳	+
جرگسون و وو (۲۰۰۶)	۷ منطقه و ۱۴ کشور	۱۹۸۹-۲۰۰۴	+
وانهارت و ونورانت (۲۰۰۱)	اروپائی	۹۸-۱۹۹۵	+
سیچر (۱۹۹۹)	G7	۹۶-۱۹۹۰	+
داوری (۲۰۰۱؛ ۲۰۰۰)	۱۸ کشور OECD	۹۹-۱۹۹۱	+
پیاتوسکی و آرک (۲۰۰۵)	کشورهای اروپای و آمریکا	۱۹۹۵-۲۰۰۳	+
اریکام (۲۰۰۵)	۱۵۳ کشور	۱۹۹۵-۲۰۰۳	+
دوان و کرامر (۲۰۰۰)	۳۶ کشور	۹۳-۱۹۸۲	توسعه یافته + در حال توسعه -
پوجولا (۲۰۰۱)	۴۲ کشور	۹۹-۱۹۸۵	+
کولچیا (۲۰۰۱)	OECD	۹۹-۱۹۹۵	+
بلورچی و همکاران (۲۰۰۶)	۲۵ کشور	۲۰۰۰-۱۹۹۲	+
روگر (۲۰۰۱)	OECD	۹۹-۱۹۹۵	+
غلامی و همکاران (۲۰۰۰)	۲۹ کشور	۹۹-۱۹۷۶	+
استواو و لوی (۲۰۰۰)	فرانسه	دهه ۱۹۹۰	+
نور (۲۰۰۲)	حوزه خلیج فارس و مصر	۲۰۰۱-۱۹۹۶	*
لی و کتری (۲۰۰۳)	جنوب شرق آسیا	۹۴-۱۹۹۰ و ۱۹۹۵-۹۹	+
داوری (۲۰۰۲)	اروپائی	دهه ۱۹۹۰	+
پوجولا (۲۰۰۰)	۳۹ کشور	۹۵-۱۹۸۰	۳۹ کشور * و کشورهای + OECD
پوجولا (۲۰۰۲)	۴۲ کشور	۹۹-۱۹۸۵	*
لی و همکاران (۲۰۰۲)	۲۰ کشور	۲۰۰۰-۱۹۸۰	توسعه یافته + در حال توسعه *
نی‌نی‌ن (۲۰۰۱)	فنلاند	دهه ۱۹۹۰	+
چیونق	کره جنوبی	دهه ۱۹۹۰	+
وونت (۲۰۰۱)	سنگاپور	دهه ۱۹۹۰	+
بانک جهانی (۱۹۹۸)	۷۴ کشور	۷۵-۱۹۶۵، ۷۵-۸۷ و ۸۵-۹۵	+
مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳)	ایران	۸۲-۱۳۴۶	*
کمیجانی و محمودزاده (در دست چاپ)	ایران	۸۴-۱۳۵۲	+

+، - و * به ترتیب مثبت و معنادار، منفی، مثبت ولی غیر معنادار

از جمع‌بندی مطالعات تجربی می‌توان نتایج زیر را برای استفاده در بخش تجربی مقاله استفاده نمود: با توجه به نبود داده‌های موبوط به موجودی سرمایه در کشورهای در حال توسعه و لحاظ نمودن شرایط اولیه کشورها، استفاده از روش سوم (تئوری رشد در حالت پایدار) روش مناسبی برای مدل‌های تلفیقی است که امکان ارزیابی اثر فاوا بر رشد را فراهم می‌کند. متغیرهای مورد استفاده برای فاوا را در تحقیقات تجربی می‌توان به سه گروه طبقه‌بندی نمود. گروه اول تاکید بر زیرساخت‌های فاوا از قبیل تلفن ثابت و شبکه دارند. متغیرهای نوع دوم از قبیل اینترنت نشان‌دهنده کاربری فاواست. برخی تحقیقات نیز مخارج فاوا را به عنوان شاخص آثار سرریز استفاده نموده‌اند. در بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری کل بیشتر مطالعات بر سرمایه‌گذاری فاوا و غیرفاوا، سرمایه انسانی، باز بودن اقتصاد، تورم، ساختار مالی و رشد جمعیت تاکید داشته‌اند.

۳. روش تحقیق

این مطالعه از نظر هدف کاربردی و از نظر روش علی است. در این بخش، روش انتخاب کشور، تصریح مدل، داده‌ها و منابع اطلاعات بررسی شده است.

۳-۱. روش انتخاب کشورها

کشورها از نظر زیرساخت‌های فاوا تفاوت زیادی دارند. در صورتی که به همگنی کشورها توجه نشود نتایج برآورد از درصد اطمینان کمتری برخوردار خواهد بود. در بیشتر تحقیقات تجربی انجام یافته روش عملیاتی برای دسته‌بندی کشورها وجود نداشته و بیشتر به معیارهای غیر کمی از قبیل در حال توسعه بودن، منطقه‌ای و ... استوار بوده‌اند. در این مقاله سعی شده است ابتدا بر اساس شاخص‌های کمی طبقه‌بندی شوند به گونه‌ای که از نظر زیرساخت‌های فاوا بیشترین شباهت‌ها را داشته باشند.

با توجه به این که شاخص‌های زیادی در زمینه فاوا مطرح است لذا به منظور جامع بودن شاخص‌ها از الگوی اربیکام (۲۰۰۵) استفاده شده است. سنگ بنای مدل بر اساس مفاهیم تراکم اطلاعاتی و تراکم کاربری طرح‌ریزی شده است. فاوا ماهیت دو گانه دارد. آنها هم

دارائی های تولیدی هستند و هم کالاهای مصرفی محسوب می شوند. بر این اساس در الگوی مفهومی بر اساس تراکم اطلاعاتی^۱ و کاربری اطلاعاتی^۲ بسط یافته است. در تراکم اطلاعاتی موجودی سرمایه فاوا و نیروی کار فاوا مورد نظر است که دلالت بر ظرفیت های تولیدی فاوا دارد. کاربری اطلاعاتی به جریان استفاده از فاوا مرتبط است. به لحاظ فنی می توان این دو بخش را جمع نموده و به درجه فاوا شده^۳ و یا وضعیت اطلاعاتی^۴ کشور رسید. در این صورت می توان تفاوت بین وضعیت اطلاعاتی را شکاف دیجیتالی نامید. به منظور آشکار شدن پایداری نتایج، آزمون های مختلفی بیش از ۲۰۰۰ مورد انجام یافته است. تغییر متدولوژی و روش رتبه کشورهای رده پائین را تغییر نمی دهد و از این نظر این روش بیشتر برای کشورهای در حال توسعه مصداق دارد. آنکتاد و اتحادیه جهانی مخابرات از نتایج این پژوهش برای تحلیل شکاف دیجیتالی بین کشورها مناطق مختلف استفاده می کنند.

علاوه بر استفاده از این روش شناسی برای دسته بندی کشورها، از مجموعه داده های این گزارش نیز در برآورد مدل استفاده می شود. شاخص های تراکم اطلاعاتی، شبکه، کاربری اطلاعاتی و سرمایه انسانی شاخص های مناسبی برای سنجش تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی و بهره وری کل است.

وی با استفاده از این شاخص کشورها را به ۵ گروه تقسیم نموده است. کشورهای گروه «الف» و «ب» عموماً کشورهای توسعه یافته و پیشرو در فاوا هستند. کشورهای گروه «ج» و «د» بیشتر کشورهای در حال توسعه را پوشش می دهند. ایران در رتبه سوم گروه «د» قرار دارد. کشورهای واقع در گروه «ه» عموماً کشورهایی هستند که از نظر فاوا چندان وضعیت مناسبی ندارند.

از آنجا هدف این مطالعه، ارزیابی فاوا بر کشورهای در حال توسعه مشابه ایران است لذا کشورهای گروه «د» انتخاب و مطالعه شده است. افزون بر این، چون ایران جزء

1. Info-Density
2. Info-Use
3. ICT-Ization
4. Infostate

کشورهای اول گروه «د» است و اختلاف کمی با کشورهای گروه «ج» دارد لذا به منظور افزایش اطمینان نتایج، کشورهای گروه «د» نیز به گروه «ج» افزوده شده است. در مجموع ۵۱ کشور که ۲۳ کشور در گروه «ج» و ۲۸ کشور در گروه «د» به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. در این مقاله مجموع این کشورها مد نظر قرار گرفته است.

کشورهای گروه «الف» عبارتند از: بلغارستان، مالزی، برزیل، کاستاریکا، لبنان، موریتانی، رومانی، ترینیداد و توباگو، مکزیک، ترکیه، روسیه، جامائیکا، بلیز، عربستان، کلمبیا، ونزوئلا، تایلند، السالوادور، افریقای جنوبی، اردن، پاناما، مولداوی و چین.

کشورهای گروه «ب» عبارتند از: اکراین، ایران، اکوادور، گرجستان، نامیبیا، فیلیپین، ارمنستان، تونس، بولیوی، پاراگوئه، مغولستان، بواتسونا، مصر، قرقیزستان، گواتمالا، نیکاراگوئه، آلبانی، اندونزی، گابن، مراکش، سوریه، هندوراس، الجزایر، سری لانکا، ویتنام، توگو، گامبیا و هند.

۲-۳. تصریح مدل

برای ارزیابی تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی دو روش وجود دارد. روش اول استفاده از تابع تولید گسترش یافته سولو است. در این روش تولید تابعی از سرمایه فاوا، غیر فاوا، نیروی کار و سرمایه انسانی است. عیب عمده این روش این است که نیاز به موجودی سرمایه فاوا و غیر فاوا است. برای رفع این اشکال می‌توان از الگوهای رشد در حالت پایدار استفاده نمود. در روش دوم می‌توان فرم تابع تولید را به صورت زیر در نظر گرفت:^۱

$$Y = K_1^{\alpha_1} K_2^{\alpha_2} H^{\alpha_h} (AN)^{1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h} \quad (1)$$

در این جا فرض شده که این تغییرات از نوع کارافزا^۲ بوده و بازده ثابت نسبت به مقیاس نیز برقرار است. الگوی محدود به سه نوع سرمایه (فیزیکی، فاوا و انسانی) است. الگوی سولو فرض می‌کند که قسمت ثابتی از تولید در هر یک از انواع سرمایه، سرمایه گذاری می‌شود. در این الگو K_1 ، K_2 و H به ترتیب مبین موجودی سرمایه فیزیکی، فاوا و سرمایه

۱. پوجولا، (۲۰۰۰) و (۲۰۰۱).

انسانی و N نیروی کار است. در این مدل فرض می شود روابط زیر برقرار باشد.

$$y = Y / AN \quad (۲) \quad \text{تولید به ازای هر واحد نیروی کار موثر}$$

$$k_1 = K_1 / AN \quad (۳) \quad \text{سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار موثر}$$

$$k_2 = K_2 / AN \quad (۴) \quad \text{سرمایه فاوا به ازای هر واحد نیروی کار موثر}$$

$$h = H / AN \quad (۵) \quad \text{سرمایه انسانی به ازای هر واحد نیروی کار موثر}$$

$$N_t = N \cdot e^{nt} \quad (۶) \quad \text{رشد نیروی کار در طول زمان با نرخ رشد } n$$

$$A_t = A \cdot e^{gt} \quad (۷) \quad \text{رشد تکنولوژی در طول زمان با نرخ رشد } g$$

لازم است معادلات تغییر انواع سرمایه ها محاسبه شوند:

$$\begin{aligned} \dot{k}_1 &= \frac{dk_1(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{K_1(t)}{A(t)N(t)} \right) = \frac{1}{AN} \frac{dK_1}{dt} - \left(\frac{K_1}{(AN)^2} \frac{d(AN)}{dt} \right) \\ &= \frac{1}{AL} \frac{dK_1}{dt} - \frac{K}{(AN)^2} \left(A \frac{dN}{dt} + N \frac{dA}{dt} \right) \\ &= \frac{1}{AL} \frac{dK_1}{dt} - \left(\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \right) \frac{K}{AN} \end{aligned} \quad (۸)$$

فرض می شود که سرمایه گذاری (تغییر موجودی سرمایه نسبت به زمان) برابر با درصدی از تولید (sY) بوده و میزان استهلاک از سرمایه گذاری کسر شود،

یعنی: $\frac{dk_1}{dt} = s_1 Y - \delta K_1$ در این صورت خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \dot{k}_1 &= \frac{1}{AL} (s_1 Y - \delta K_1) - \left(\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \right) \frac{K_1}{AN} = \frac{s_1 Y}{AN} - \left(\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} + \delta \right) \frac{K_1}{AN} \quad (۹) \\ &= s_1 y - (n + g + \delta) k_1 \\ \frac{1}{N} \frac{dN}{dt} &= n, \quad \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} = g \end{aligned}$$

بر اساس این روش معادلات رشد سایر سرمایه نیز به دست می آید:

$$\dot{k}_1 = s_1 y - (g + n + \delta_1) k_1 \quad (۱۰)$$

$$\dot{k}_2 = s_2 y - (g + n + \delta_2) k_2 \quad (۱۱)$$

$$\dot{k}_h = s_h y - (g + n + \delta_h) k_h \quad (۱۲)$$

با استفاده از تابع تولید (۱) می توان نوشت:

$$Y = K_1^{\alpha_1} K_2^{\alpha_2} H^{\alpha_h} (AN)^{1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h} \rightarrow y = k_1^{\alpha_1} k_2^{\alpha_2} h^{\alpha_h} \quad (۱۳)$$

در حالت پایدار $\dot{k} = 0$ بوده و می توان مقادیر بهینه هر یک از سرمایه ها را به صورت زیر به دست آورد:

$$k_1 = \left(\frac{s_1^{(1-\alpha_1-\alpha_r)} s_r^{\alpha_r} s_r^{\alpha_r}}{n+a+\delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_r-\alpha_h)} \quad (14)$$

$$k_2 = \left(\frac{s_2^{(1-\alpha_1-\alpha_3)} s_1^{\alpha_1} s_3^{\alpha_3}}{n+a+\delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h)} \quad (15)$$

$$k_h = \left(\frac{s_h^{(1-\alpha_2-\alpha_1)} s_2^{\alpha_2} s_1^{\alpha_1}}{n+a+\delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h)} \quad (16)$$

با جایگزینی معادلات (۱۴) الی (۱۶) در معادله (۱۳) و حل معادله بر حسب $\frac{Y}{N} = y$

داریم:

$$\ln y_j = \alpha_1 + (\alpha_1/\lambda - \beta) \ln s_{1j} + (\alpha_2/\lambda - \beta) \ln s_{2j} + (\alpha_3/\lambda - \beta) \ln s_{hj} - (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_h/\lambda - \beta) \ln(g + n_j + \delta) + e_j \quad (17)$$

که $\alpha_1 = \ln A(\cdot) + g$, $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ و نرخ استهلاک برای همه انواع موجودی سرمایه $\delta < 1$ و همچنین فرض شده است. e جزء اختلال است.

نتیجه این است که تولید سرانه نیروی کار با نرخ های پس انداز انواع سرمایه رابطه مثبت دارد ولی با نرخ رشد جمعیت و استهلاک سرمایه رابطه منفی دارد.

در صورتی که آمار نرخ سرمایه گذاری (یا پس انداز) در هر نوع سرمایه ای در دسترس باشد معادله (۱۷) را می توان برآورد نمود. بنابراین نیازی به اندازه گیری موجودی سرمایه نیست.

حداقل سه مسئله در خصوص مشخصات الگوی فوق وجود دارد. اول این که ویژگی تابع تکنولوژی کاب داگلاس حاکی از این مطلب است که درآمد حاصل شده توسط موجودی سرمایه فاوا سهم ثابتی از درآمد ملی را در بر می گیرد. این مورد در زمان افزایش تطبیق فاوا صحیح نیست. در ثانی استفاده از یک نرخ استهلاک برای همه موجودی های

سرمایه مشکل ساز است چرا که طول عمر سرمایه‌های فاوا نسبت به سایر سرمایه‌ها کمتر است. سوم این که این معادله بر مبنای این فرض که همه کشورها در حالت پایدار هستند، می‌باشد. این موضوع که همگرایی به حالت یکنواخت به آرامی انجام می‌شود غیر واقعی است. دو فرض ساده‌ساز اول را نمی‌توان به آسانی کنار گذاشت. مشکل سوم با الگوسازی همگرایی به حالت پایدار قابل اعمال است. (پوجولا، ۲۰۰۱)

مفهوم همگرایی در رشد اقتصادی بین کشورها یا مناطق مختلف به وجود می‌آید. وقتی یک کشور فقیر سریع‌تر از یک کشور غنی رشد می‌کند بدین معنی است که این کشور تمایل دارد خود را به سطح رشد یک کشور غنی برساند (بارو و سالای مارتین، ۲۰۰۴). کشورهای مختلف دارای سطح درآمد سرانه پایدار متفاوت می‌باشند که از طریق عوامل اشاره شده در معادله (۱۷) تعیین می‌شوند و ممکن است همگرایی به سطح درآمد سرانه پایدار با کندی انجام شود. بر این اساس می‌توان معادله (۱۷) را با در نظر گرفتن سرعت همگرایی به صورت زیر تعدیل نمود.

$$\ln y_j(t) = (1 - e^{-\lambda t}) \ln y_j^* + e^{-\lambda t} \ln y_j(0) \quad (18)$$

که در آن y_j^* بیانگر مقدار متغیر در حالت پایدار است و $\lambda = \beta(g + n + \delta)$ سرعت همگرایی را نشان می‌دهد. اگر مقادیر حالت پایدار معادله (۱۷) در معادله (۱۸) جایگزین شود در این صورت معادله قابل برآورد به شکل زیر حاصل خواهد شد که بدون نیاز به موجودی سرمایه، امکان برآورد مدل به شرح زیر میسر می‌شود:

$$\begin{aligned} \ln y_{.j} - \ln y_{.j} = & \theta \ln A(0) + at + \theta \frac{\alpha_1}{1 - \beta} \ln s_{1j} \\ & + \theta \frac{\alpha_2}{1 - \beta} \ln s_{2j} + \theta \frac{\alpha_3}{1 - \beta} \ln s_{hj} \\ & - \theta \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{1 - \beta} \ln(g + n_{.j} + \delta) - \theta \ln y_{.j} + e \end{aligned} \quad (19)$$

$$\lambda = \beta(g + n + \delta) \quad \theta = (1 - e^{-\lambda t})$$

که در آن $y_{.j}$ تولید سرانه، $y_{.j}$ بهره‌وری اولیه، s_{ij} نرخ پس‌انداز انواع سرمایه (فاوا، غیر فاوا و سرمایه انسانی)، n نرخ رشد جمعیت، g رشد تکنولوژی، δ نرخ استهلاک برای همه

انواع موجودی سرمایه، λ سرعت همگرایی، $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_h$ ، $\alpha_1 = \ln A(\cdot) + gt$ ، $\beta < 1$ است.

بر اساس مطالعات بارو و سالای مارتین (۲۰۰۴، ص ۵۵۷-۵۵۸) تاثیر ۶۷ متغیر بر رشد اقتصادی در مطالعات تجربی ارزیابی شده است. بنابراین با توجه به اهداف تحقیق و محدودیت‌های آماری امکان بررسی تمام متغیرهای یاد شده مقدور نیست. بنابراین به منظور حفظ درجه آزادی، علاوه بر لحاظ نمودن متغیرهای پایه، از متغیرهای کنترلی و محیطی نرخ تورم و باز بودن اقتصاد نیز استفاده شده است. این متغیرها بر این اساس انتخاب شده اند در بیشتر تحقیقات تجربی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بنابر این مدل نهایی زیر برای کشورهای در حال توسعه استفاده می‌شود.

$$\begin{aligned} \ln y_{.j} - \ln y_{.j} = & \theta \ln A(\cdot) + at + \theta \frac{\alpha_1}{1-\beta} \ln s_{1j} + \theta \frac{\alpha_2}{1-\beta} \ln s_{2j} \\ & + \theta \frac{\alpha_h}{1-\beta} \ln s_{hj} - \theta \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_h}{1-\beta} \ln(a + n_{.j} + \delta) - \theta \ln y_{.j} \quad (20) \\ & + \alpha_3 \ln(\text{openess}) + \alpha_4 \text{inflation} + e_{.j} \end{aligned}$$

۳-۳. شرح متغیرها و منابع داده‌ها

در این مقاله از متغیرهای سرمایه گذاری فیزیکی سرانه، سرمایه فاوا، سرمایه انسانی، بهره‌وری اولیه، رشد جمعیت، رشد تکنولوژی، نرخ استهلاک، تجارت آزاد و نرخ تورم استفاده شده است. شرح هر یک از متغیرها عبارتست از:

- سرمایه فیزیکی سرانه: سرمایه یک عامل تولید است که در تولید انواع کالاها و خدمات نقش ایفا می‌کند. موجودی تجهیزات و ابزارهایی که برای تولید کالاها و خدمات استفاده می‌شود، سرمایه فیزیکی است. با افزایش سرمایه به ازای هر واحد نیروی کار، انتظار می‌رود بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد. سرمایه بیشتر اجازه می‌دهد نیروی کار تولید را با سرعت بیشتر و مناسب‌تر تولید کند. در این تحقیق از نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۲۰۰۰ دلار آمریکا استفاده شده است.

- سرمایه فاوا: سرمایه فاوا یک عامل تولید است که در تولید انواع کالاها و خدمات نقش ایفا می‌کند. تفکیک کل سرمایه به فاوا و غیر فاوا از دهه ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفته است. سرمایه فاوا از بازدهی بالایی برخوردار است و انتظار می‌رود با تعمیق سرمایه، به رشد اقتصادی کمک نماید. در این تحقیق سرمایه فاوا از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. زیرساخت‌های فاوا با تسهیل فرایندهای تجاری به رشد اقتصادی کمک می‌نماید. بر این اساس از متغیرهای ضریب نفوذ تلفن ثابت و شاخص شبکه استفاده شده است. از فاوا در فعالیت‌های اقتصادی و تجاری نیز در مقیاس وسیع استفاده می‌شود برای سنجش این اثر از متغیرهای ضریب نفوذ اینترنت و شاخص کاربری اطلاعاتی استفاده می‌شود.
- سرمایه انسانی: سرمایه انسانی یک عبارت اقتصادی است که برای دانش و مهارت‌هایی که نیروی کار از طریق تحصیل، آموزش و تجربه به دست می‌آورند اطلاق می‌شود. سرمایه انسانی شامل مهارت‌های انباشت شده در طول برنامه‌های دوران کودکی، ابتدایی و راهنمایی، دبیرستان، دانشگاه و آموزش‌های ضمن خدمت برای بزرگسالان است. اگر چه سرمایه انسانی در مقایسه با سرمایه فیزیکی کمتر ملموس است ولی در بیشتر موارد شبیه آن است. سرمایه انسانی همانند سرمایه فیزیکی توانمندی‌های یک کشور را برای تولید کالاها و خدمات افزایش می‌دهد. در این تحقیق از متغیرهای تعداد محققین در هر ۱۰ هزار نفر، نرخ ناخالص ثبت نام در دوره دوم و سوم و شاخص ترکیبی اربیکام (۲۰۰۵) برای سرمایه انسانی استفاده شده است. این شاخص میانگین وزنی از نرخ ناخالص ثبت نام در دوره اول، دوم و سوم است.
- بهره‌وری اولیه: با ثابت بودن سایر عوامل، رشد سریع برای کشوری که به طور نسبی فقیرتر است، آسان‌تر است. این اثر شرایط اولیه به اثر رسیدن^۱ معروف است. در کشورهای فقیر نیروی کار حتی ابتدائی‌ترین ابزارها را برای تولید ندارند لذا بهره‌وری کمتری دارند. مقدار کم سرمایه گذاری به طور اساسی بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد. بر عکس، کارگران در کشورهای ثروتمند از حجم سرمایه

- عظیمی برخوردارند که بهره‌وری بالای آنها را توضیح می‌دهند بنابراین سرمایه‌گذاری فیزیکی اضافی اثر اندکی بر بهره‌وری دارد. در این تحقیق از نسبت تولید سرانه در سال ۱۹۹۵ استفاده می‌شود.
- رشد جمعیت: اقتصاددانان مباحثه طولانی در مورد چگونگی اثرگذاری رشد جمعیت بر رشد داشته‌اند. جمعیت بیشترین اثر مستقیم را بر نیروی کار دارد. جمعیت بیشتر به معنای نیروی کار بیشتر برای تولید کالاها و خدمات است. این موضوع همزمان این مفهوم را دارد که جمعیت بیشتر به معنای مصرف بیشتر است. پشت سر این اثرات آشکار، وجه پنهان آن قرار دارد. رشد جمعیت با سایر عوامل در تعامل است که این وجه کمتر روشن بوده و زمینه برای مجادله فراهم‌تر است. (کریمر^۱، ۱۹۹۳) تاثیر مثبت رشد جمعیت بر رشد اقتصادی را در جهان تایید کرده است. بر اساس نتایج این مطالعه، رشد جمعیت به رشد تکنولوژی کمک کرده است. از نظر وی رشد جمعیت یعنی دانشمندان، نوآوران و مهندسان بیشتر که باعث توسعه تکنولوژی‌های پیشرفته می‌شوند و همه از آن بهره‌مند می‌شوند. البته رشد جمعیت با کاهش سرمایه سرانه می‌تواند رشد اقتصادی را کاهش دهد. شاخص به کار رفته نرخ رشد جمعیت است.
- نرخ رشد تکنولوژی و نرخ استهلاک: با توجه به نبود اطلاعات برای این شاخص‌ها، همانند سایر تحقیقات تجربی از قبیل منکیو و همکاران (۱۹۹۲) و پوجولا (۲۰۰۲؛ ۲۰۰۱) مجموع آنها ۵ درصد در نظر گرفته شده است.
- تجارت آزاد: بیشتر اقتصاددانان اعتقاد دارند وضعیت کشورهای فقیر با انتخاب سیاست‌های برون‌گرا بهتر شده و این کشورها را به سطح اقتصاد جهانی ارتقا می‌دهد. بر اساس تئوری‌های تجارت بین‌الملل تجارت آزاد می‌تواند سطح رفاه کشورها را بهبود بخشد. بنابراین حذف محدودیت‌های تجاری به رشد اقتصادی کمک خواهد کرد. شاخص مورد استفاده درجه باز بودن اقتصاد است که نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی است.
- نرخ تورم: تورم از جمله متغیرهایی است که در مورد اثرگذاری آن بر رشد اقتصادی

تحقیقات تجربی زیادی انجام یافته است. هر چند در کوتاه مدت اتفاق نظر در زمینه تاثیر تورم بر رشد وجود ندارد ولی بیشتر تحقیقات تجربی نشان داده اند که تورم تاثیر منفی بر رشد اقتصادی در بلند مدت دارد. در جدول (۲) تعریف متغیرها و منابع آنها ارائه شده است. داده های از بانک جهانی (۲۰۰۵)، ویتسا^۱ (۲۰۰۶) و اریکام (۲۰۰۵) تامین شده است. قابل ذکر است که اطلاعات برای بعد از سال ۲۰۰۳ برای بیشتر متغیرها وجود ندارد.

جدول ۲- منابع داده ها و تعریف متغیرهای موثر بر رشد اقتصادی:
کشورهای در حال توسعه

منبع	شاخص	متغیر	ردیف
*	GDP سرانه ثابت بر حسب برابری قدرت خرید (y)	y_j	۱
*	GDP سرانه ثابت بر حسب برابری قدرت خرید در سال ۱۹۹۵	y_{0j}	۲
*	نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به GDP (s_p)	s_{1j}	۳
**	ضریب نفوذ تلفن ثابت (tel)	s_{2j}	۴
*	شاخص شبکه (net)	(زیر ساخت فاوا)	
*	ضریب نفوذ اینترنت (int)	s_{2j}	
**	کاربری اطلاعاتی (iu)	(کاربری فاوا)	
***	مخارج سرانه فاوا (ictpc)	s_{2j}	۵
***	مخارج فاوا به GDP (ictpg)	(اثرات سرریز فاوا)	
*	نرخ ثبت نام در دوره راهنمایی (s_{se})، دبیرستان (s_{te}) و تعداد محققین در هر ۱۰ هزار نفر (s_{hr})	s_{hj}	۶
**	شاخص سرمایه انسانی (hu)		
*	نرخ رشد جمعیت + ۵ درصد (pop_g)	$g + n_j + \delta$	۷
*	نرخ تورم محاسبه شده از طریق شاخص ضمنی تعدیل کننده GDP	inf	۸
*	نسبت صادرات و واردات به GDP	open	

* بانک جهانی (۲۰۰۵)، ** اریکام (۲۰۰۵) و *** ویتسا (۲۰۰۶)

۴. نتایج تجربی

نتایج تجربی برای پنج گروه کل، «الف»، «ب»، «ج» و «د» ارایه شده است. تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی کشور های در حال توسعه مطابق الگوی تجربی پوجولا (۲۰۰۲) به دو صورت «حالت پایدار» و «حالت رشد» برآورد شده است. با دو گونه متغیرهای نماینده فاوا برآورد شده است. در حالت پایدار متغیر وابسته لگاریتم تولید سرانه (Ly) بوده و متناسب با معادله تصریح (۱۷) برآورد می شود. در حالت رشد متغیر وابسته تفاضل لگاریتم تولید سرانه از تولید سرانه اولیه در سال ۱۹۹۵ ($Ly - Ly_0$) و متناظر با معادله (۱۹) تصریح مدل است. در هر کدام از رویکردها از دو نوع متغیر توضیحی استفاده شده است: متغیرهای نوع اول عبارت است از ضریب نفوذ تلفن ثابت برای زیرساخت های فاوا و ضریب نفوذ اینترنت برای کاربری فاوا. متغیرهای نوع دوم عبارت است از شاخص های اربیکام (۲۰۰۵) که برای زیرساخت های فاوا شاخص شبکه، برای کاربری فاوا شاخص کاربری اطلاعاتی و برای وضعیت سرمایه انسانی نیز شاخص سرمایه انسانی را اندازه گیری نموده است. برآورد برای هر گروه از متغیرها در دو حالت با و بدون مقدار اولیه بهره وری انجام یافته است. در ابتدا برای تمامی معادلات آزمون های F و هاسمن انجام یافته است.^۱

۴-۱. برای کل کشورها

یافته های تجربی برای متغیرهای نوع اول در جدول (۳) برای ۵۱ کشور در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۵ ارایه شده است. مهم یافته ها عبارتند از:

- در ستون اول برآورد با لحاظ نمودن ضریب نفوذ تلفن ثابت انجام یافته است. نتایج

۱. در زمینه به کارگیری پایایی و هم جمعی در الگوهای تلفیقی مباحث زیادی مطرح شده است ولی کاربرد این آزمون ها در مطالعات تجربی مشکلات زیادی دارد و اتفاق نظر حاصل نشده است. برخی اقتصادسنجی دانان علت طرح آزمون پایایی را در الگوهای تلفیقی را ارتقای قدرت آزمون با افزایش حجم نمونه ذکر کرده اند ولی برخی سنجی دانان تردید جدی در زمینه تلفیق الگوهای هم جمعی با الگوهای تلفیقی دارند. به دلایل یا دشده از انجام این آزمون ها صرف نظر شده است. بنابراین در این مقاله فقط از آزمون های F و هاسمن (به عنوان آزمون های پایه) که برای تشخیص متغیر بودن عرض از مبدا و اثرات ثابت یا تصادفی به کار می رود، استفاده شده است.

- نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری غیر فاوا و ضریب نفوذ تلفن ثابت تاثیر مثبت و معنادار بر رشد در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارند. تاثیر سرمایه انسانی و نرخ رشد جمعیت بر رشد منفی بوده و معنادار نیست.
- در ستون دوم معادله با لحاظ نمودن ضریب نفوذ اینترنت به عنوان میزان کاربری فاوا برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری غیر فاوا، ضریب نفوذ اینترنت و سرمایه انسانی تاثیر مثبت و معنادار بر رشد دارند. نرخ رشد جمعیت تاثیر منفی ولی غیر معنادار بر رشد دارد.
 - در ستون سوم معادله با لحاظ نمودن متغیرهای باز بودن اقتصاد و نرخ تورم برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری غیر فاوا و ضریب نفوذ تلفن ثابت بر رشد تاثیر مثبت و معنادار در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارند. سرمایه انسانی و نرخ رشد جمعیت بر رشد تاثیر منفی داشته ولی معنادار نیستند. باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت بر رشد در سطح ۹۰ درصد اطمینان دارد. تورم تاثیر اندک ولی معنادار بر رشد اقتصادی دارد.
 - در ستون‌های سوم الی ششم معادله در حالت رشد برآورد شده است. نتایج معادلات در ستون‌های اول تا سوم تا حد زیادی برقرار است.
 - نتایج به دست آمده در ستون چهارم نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی و ضریب نفوذ تلفن ثابت تاثیر مثبت و معنادار دارند. نرخ رشد جمعیت تاثیر مثبت و سرمایه انسانی تاثیر منفی ولی هر دو مورد معنادار نیست. ضریب مقدار اولیه منفی و معنادار است. این موضوع بر این مطلب دلالت دارد که رشد کشورهای در حال توسعه همگرایی دارند و سرعت رشد در کشورهای در حال توسعه فقیرتر در مقایسه با کشورهای ثروتمند بیشتر است.
 - نتایج به دست آمده در ستون پنجم نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی، ضریب نفوذ اینترنت، سرمایه انسانی تاثیر مثبت دارند. نرخ رشد جمعیت تاثیر مثبت ولی غیر معنادار بر رشد دارد. ضریب مقدار اولیه همچنان منفی و معنادار است.
 - یافته‌ها در ستون ششم نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی و ضریب نفوذ تلفن ثابت

تأثیر مثبت و معنادار دارند. نرخ رشد جمعیت تأثیر مثبت و سرمایه انسانی تأثیر منفی ولی هر دو مورد معنادار نیستند. ضریب مقدار اولیه منفی و معنادار است. تأثیر مثبت باز بودن اقتصاد و اثر منفی تورم بر رشد در سطح ۹۵ درصد تایید می‌شود.

• همان‌گونه که در مباحث نظری بیان شد ضریب Ly بیانگر همگرایی میان کشورهاست. ضریب برآوردی بین $-۰/۹۳$ الی $-۰/۹۴$ بوده و نشان‌دهنده همگرایی قوی رشد میان کشورهای در حال توسعه است.

جدول ۳- نتایج تجربی تأثیر فاوا بر رشد در کل کشورهای در حال توسعه منتخب

متغیر	Ly (حالت پایدار ^۱)			$Ly - Ly$ (حالت رشد ^۲)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	$۶/۲^*$	$۶/۵^*$	$۶/۲^*$	$۵/۹^*$	$۶/۱^*$	$۵/۸^*$
LSp	$۰/۱۱^*$	$۰/۱۴^*$	$۰/۱۰^*$	$۰/۱۱^*$	$۰/۱۴^*$	$۰/۱۰^*$
Ltel	$۰/۱۶^*$	-	$۰/۱۶^*$	$۰/۱۶^*$	-	$۰/۱۶^*$
Lint	-	$۰/۰۳^*$	-	-	$۰/۰۲^*$	-
Lhu	$-۰/۰۰۸$	$۰/۰۲$	$-۰/۰۰۸$	$-۰/۰۰۸$	$-۰/۰۰۳$	$۰/۰۰۸$
Lpop _g	$-۰/۰۳$	$۰/۰۶$	$-۰/۰۳$	$۰/۰۳$	$۰/۰۶$	$-۰/۰۲$
Ly_0	-	-	-	$-۰/۹۵^*$	$-۰/۹۳^*$	$-۰/۹۴^*$
Lopen	-	-	$۰/۰۳^{***}$	-	-	$۰/۰۴^{**}$
inf	-	-	$-۰/۰۰۰۱^{**}$	-	-	$-۰/۰۰۱^{**}$
\bar{R}^2	$۰/۹۶$	$۰/۹۶$	$۰/۹۹$	$۰/۸۶$	$۰/۸۶$	$۰/۸۷$
F_{test}	۹۲۶/۷	۲۰۳۸/۴	۹۴۱/۸	۳۸/۷	۳۶/۸	۳۹/۴
H_{test}	-۱۲	-۵۶	-۱۲/۶	۱۴۸/۵	۲۳۰/۶	۳۱۵/۶

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵؛ تعداد کشور: ۵۱؛ کل مشاهدات: ۴۵۹؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های مقاله

برآوردها با در نظر گرفتن شاخص‌های اربیکام در جدول (۴) انجام یافته است.

1. Steady State
2. Growth Regression

- هسته یافته‌ها این است که سرمایه غیرفاوا تاثیر مثبت و معنادار بر رشد دارد. فاوا هم از بعد زیرساخت و هم از نظر کاربری تاثیر قابل ملاحظه بر رشد دارند. تاثیر مثبت سرمایه انسانی بر رشد با شک و تردید همراه است و نمی‌توان با قاطعیت در مورد آن داوری نمود که البته با نتایج اهم تحقیقات تجربی در این زمینه مطابقت دارد. همگرایی رشد میان کشورهای در حال توسعه نیز تایید می‌شود. اثرات مثبت باز بودن اقتصاد و تاثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز مورد تایید است هر چند میزان اثرگذاری آنها در مقایسه با سایر متغیرها کمتر است.
- نتایج نشان می‌دهد که سرمایه گذاری غیرفاوا و زیر ساخت شبکه ثابت تاثیر مثبت و معنادار بر رشد در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارند. سرمایه انسانی اثر منفی و نرخ رشد جمعیت اثر مثبت ولی غیر معنادار دارند.
- در ستون دوم با لحاظ نمودن شاخص کاربری اطلاعاتی به عنوان میزان کاربری فاوا معادله برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه گذاری غیر فاوا و شاخص کاربری اطلاعاتی تاثیر مثبت و معنادار بر رشد دارند. سرمایه انسانی تاثیر مثبت و نرخ رشد جمعیت تاثیر منفی بر رشد داشته ولی معنادار نیستند. باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت و نرخ تورم تاثیر منفی بر رشد دارند.
- در ستون سوم معادله با لحاظ نمودن متغیرهای باز بودن اقتصاد و نرخ تورم برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه گذاری غیرفاوا و شاخص شبکه بر رشد تاثیر مثبت و معنادار در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارند. سرمایه انسانی، باز بودن اقتصاد و نرخ تورم در سطح ۹۰ درصد اطمینان بر رشد تاثیر دارند. نرخ رشد جمعیت بر رشد تاثیر مثبت داشته ولی معنادار نیست.
- در ستون های سوم الی ششم معادله با در نظر گرفتن مقدار اولیه بهره‌وری برآورد شده است. نتایج معادلات در ستون‌های اول تا سوم تا حد زیادی برقرار است. هسته یافته‌ها این است که سرمایه فیزیکی و باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت بر رشد دارند. فاوا هم از بعد زیرساخت‌ها و هم از نظر کاربری تاثیر قابل ملاحظه بر رشد دارند. تاثیر مثبت سرمایه انسانی بر رشد با شک و تردید همراه است. همگرایی رشد میان

کشورهای در حال توسعه تایید می‌شود. تاثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز مورد تایید است. نرخ رشد جمعیت بر خلاف مبانی نظری تاثیر مثبت بر رشد دارد هر چند این اثرگذاری پایدار نیست.

- ضریب Ly_0 همچنان منفی بوده و حدود $-0/91$ است که نشان‌دهنده همگرایی قوی رشد میان کشورهای منتخب و پایداری ضریب برآوردی است.

جدول ۴- نتایج تجربی تاثیر فاوا بر رشد در کل کشورهای در حال توسعه منتخب با شاخص‌های اریکام

متغیر	Ly (حالت پایدار)			Ly - Ly (حالت رشد)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	۶/۷*	۶/۷*	۶/۷*	۵/۶*	۶/۱*	۵/۹*
LSp	۰/۱۱*	۰/۱۱*	۰/۱۰*	۰/۱۴*	۰/۱۱*	۰/۱۰*
Lhu	۰/۰۲***	-۰/۰۰۹	۰/۱۰***	۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲**
Lnet	۰/۰۴*	-	۰/۰۴*	-	۰/۰۴*	۰/۰۴*
Li	-	۰/۰۶*	-	۰/۰۷*	-	-
Lpop _g	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۶*	۰/۰۳*	۰/۰۴
Ly ₀	-	-	-	-۰/۹۱*	-۰/۹۲*	-۰/۹۱*
Lopen	-	۰/۰۲	۰/۰۳***	۰/۰۷**	-	۰/۰۳**
inf	-	-۰/۰۰۰۱***	-۰/۰۰۰۱***	-۰/۰۰۰۱***	-	-۰/۰۰۰۱***
\bar{R}^2	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۸۳
F _{test}	۸۸۱/۵	۹۸۴/۱	۸۵۴/۱	۲۰/۳	۱۸/۴	۸۷۰/۹
H _{test}	-۲۱/۵	-۲۸/۵	-۲۹/۶	۶۷۱/۴	۱۲/۴	۹۴/۱

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵؛ تعداد کشور: ۵۱؛ کل مشاهدات: ۴۵۹؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های مقاله

۲-۴. نتایج تجربی برای کشورهای گروه «الف»

یافته‌های تجربی برای ۲۳ کشور در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۵ ارایه شده است. یافته‌ها بر اساس متغیرهای ضریب نفوذ تلفن ثابت و اینترنت در جدول (۵) ارایه شده است.

خلاصه یافته‌ها این است که سرمایه فیزیکی، ضریب نفوذ تلفن ثابت و اینترنت تاثیر مثبت و نرخ رشد جمعیت و مقدار اولیه بهره‌وری تاثیر منفی بر رشد دارد. با وجود تاثیر مثبت سرمایه انسانی در تمامی معادلات معناداری آن پایدار نیست. اثرات مثبت باز بودن اقتصاد و تاثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز معنادار نیست. ضریب Ly_0 منفی و برابر ۱- است که نشان دهنده همگرایی کامل رشد میان کشورهای گروه «الف» است.

جدول ۵- نتایج تجربی تاثیر فاوا بر رشد در گروه «الف»

متغیر	Ly (حالت پایدار)			Ly - Ly (حالت رشد)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	۷/۱*	۷/۵*	۷/۰*	۷/۴*	۷/۷*	۷/۴*
LSp	۰/۱۱*	۰/۱۳*	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۱۲*	۰/۱۰*
Ltel	۰/۱۳*	-	۰/۱۲*	۰/۱۱*	-	۰/۱۰*
Lint	-	۰/۰۲*	-	-	۰/۰۲*	-
Lhu	۰/۰۳	۰/۰۳**	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲**	۰/۰۲
Lpop _g	-۰/۲۱*	-۰/۱۲**	-۰/۱۶*	-۰/۲۲*	-۰/۱۲*	-۰/۲۰*
Ly ₀	-	-	-	-۱/۰۲*	-۱/۰۲*	-۱/۰۲*
Lopen	-	-	۰/۰۲	-	-	-۰/۰۰۰۱
inf	-	-	-۰/۰۰۰۱	-	-	۰/۰۰۸
\bar{R}^2	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
F _{test}	۵۶۶	-۱۹۵۱/۸	-۹۰/۳	-۲۳/۹	۱۶۶۹/۵	۱۰۰۴/۴
H _{test}	-۳۴/۹	-۸/۴	-۳۱/۹	-۱۴/۹	-۱۸/۳	-۲۴/۸

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵؛ تعداد کشور: ۲۳؛ کل مشاهدات: ۲۰۷؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های مقاله

- یافته‌ها بر اساس شاخص‌های اریکام در جدول (۶) ارائه شده است. خلاصه یافته‌ها این است که سرمایه فیزیکی، شاخص شبکه، کاربری اطلاعاتی تاثیر مثبت و نرخ رشد جمعیت و مقدار اولیه بهره‌وری تاثیر منفی بر رشد دارند. با وجود تاثیر مثبت

سرمایه انسانی در تمامی معادلات، معناداری آن پایدار نیست. اثرات مثبت باز بودن اقتصاد و تاثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز معنادار نیست. ضریب Ly_0 همچنان برابر ۱- است و نتایج به دست آمده به قوت خود باقی است. نتایج بدست آمده برای کشورهای گروه «الف» در مقایسه با کل کشورها این است که رشد جمعیت تاثیر منفی و معنادار بر رشد دارد و میزان همگرایی میان کشورها در مقایسه با کل نمونه بیشتر است و اثرات باز بودن اقتصاد و تورم نیز معنادار نیست.

جدول ۶- نتایج تجربی تاثیر فاوا بر رشد در گروه «الف» با شاخص اریکام

متغیر	Ly (حالت پایدار)			Ly - Ly (حالت رشد)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	۷/۴*	۷/۴*	۷/۴*	۷/۴*	۷/۴*	۷/۴*
LSp	۰/۱۱*	۰/۱۱*	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۱۱*	۰/۱۰*
Lhu	۰/۰۴**	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۴
Lnet	۰/۰۳	-	۰/۰۳	۰/۰۳	-	۰/۰۳
Liu	-	۰/۰۵	-	-	۰/۰۵	-
Lpop _g	-۰/۱۳*	-۰/۱۳*	-۰/۱۲	-۰/۱۳	-۰/۱۳	-۰/۱۲
Ly ₀	-	-	-	-۱/۰۲	-۱/۰۳	۱/۰۲
Lopen	-	-	-۰/۰۰۰۰۸	-	-	-۰/۰۰۰۰۸
inf	-	-	۰/۰۰۳	-	-	۰/۳۰۰
\bar{R}^2	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
F _{test}	۱۲۷۸	۱۵۲۸/۳	۱۲۷۰/۶	۱۱۸۰	۱۵۰۴	۱۱۷۰
H _{test}	-۶/۸	-۱۰/۹	-۱۶/۲	-۱۶/۸	-۱۱	-۱۲

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵؛ تعداد کشور: ۲۳؛ کل مشاهدات: ۲۰۷؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ در صد

منبع: یافته‌های مقاله

۳-۴. نتایج تجربی برای کشورهای گروه «ب»

- یافته‌های تجربی برای ۲۸ کشور در دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۵ ارائه شده است. یافته‌ها بر اساس متغیرهای ضریب نفوذ تلفن ثابت و اینترنت در جدول (۷) ارائه شده است.

نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری غیر فاوا، ضریب نفوذ تلفن ثابت و ضریب نفوذ اینترنت بر رشد تاثیر مثبت دارند. سرمایه انسانی در برخی معادلات اثر مثبت و در برخی موارد اثر منفی بر رشد دارد که نشان می‌دهد ضریب برآوردی برای این متغیر پایدار نیست و نمی‌توان با قطعیت در مورد جهت اثرگذاری آن بر رشد اقتصادی در کشورهای گروه «ب» اظهار نظر نمود. نرخ رشد جمعیت و باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت و غیر معنادار بر رشد دارد. تورم بر رشد اقتصادی تاثیر منفی و معنادار دارد. ضریب Ly_0 منفی و در فاصله $-0/92$ الی $-0/95$ قرار دارد که نشان‌دهنده همگرایی قوی میان کشورهای گروه «ب» همانند گروه «الف» است. سرعت همگرایی رشد در گروه «ب» اندکی کمتر از گروه «الف» است.

جدول ۷- نتایج تجربی تاثیر فاوا بر رشد در گروه «ب»

متغیر	Ly (حالت پایدار)			Ly - Ly (حالت رشد)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	۶/۱*	۵/۳*	۶/۰*	۵/۷*	۴/۵*	۵/۷*
LSp	۰/۱۱*	۰/۱۳*	۰/۱۰*	۰/۱۱*	۰/۱۳*	۰/۱۰*
Ltel	۰/۱۸*	-	۰/۱۷*	۰/۱۸*	-	۰/۱۷*
Lint	-	۰/۰۲*	-	-	۰/۰۲*	-
Lhu	۰/۰۶	۰/۱۶*	-۰/۰۶*	۰/۰۶*	۰/۱۶*	-۰/۰۶*
Lpop _g	۰/۰۲	۰/۰۲*	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲*	۰/۰۲***
Ly ₀	-	-	-	-۰/۹۵*	-۰/۹۲*	-۰/۹۵*
Lopen	-	-	۰/۰۲	-	-	-۰/۰۳
inf	-	-	-۰/۰۰۰۵*	-	-	-۰/۰۰۰۵*
\bar{R}^2	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۸۹
F _{test}	۸۲۹	۱۱۰۳/۹	۸۶۲	۳۵/۴	۲۴/۹	۳۶/۴
H _{test}	-۱۳	-۳۳/۶	-۱۴/۲	-۲۵۶/۹	۱۹۱/۴	۳۰۵/۸

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵ تعداد کشور: ۲۸؛ کل مشاهدات: ۲۵۲؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های مقاله

یافته‌ها بر اساس شاخص‌های اریکام در جدول (۸) ارائه شده است. اهم نتایج عبارتند از: سرمایه فیزیکی، شاخص شبکه، کاربری اطلاعاتی و نرخ رشد جمعیت تاثیر مثبت و مقدار اولیه بهره‌وری و نرخ تورم تاثیر منفی بر رشد دارند. سرمایه انسانی در بیشتر معادلات تاثیر منفی بر رشد داشته ولی هیچ کدام از آنها معنادار نیست. باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت بر رشد داشته ولی معنادار نیست. نتایج بدست آمده برای کشورهای گروه «ب» در مقایسه با «الف» این است که بر خلاف گروه «الف»، رشد جمعیت تاثیر منفی و معنادار بر رشد دارد. میزان همگرایی در گروه «الف» اندکی کمتر از گروه «ب» است. تاثیر منفی تورم بر رشد در گروه «الف» بر خلاف گروه «ب» معنادار است. تاثیر سرمایه انسانی در گروه «ب» در مقایسه با گروه «الف» کمتر پایدار بوده و در بیشتر موارد منفی است. ضریب باز بودن اقتصاد در هر دو گروه معنادار نیست.

جدول ۸- نتایج تجربی تاثیر فاوا بر رشد در گروه «ب» در هر دو گروه معنادار نیست

متغیر	Ly (حالت پایدار)			Ly - Ly (حالت رشد)		
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
C	۶/۲*	۶/۰*	۶/۱*	۵/۴*	۵/۵*	۵/۵*
LSp	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۱۰*	۰/۰۹*
Lhu	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲	-۰/۰۰۰۶	-۰/۰۰۳	-۰/۰۲	۰/۰۰۰۳
Lnet	۰/۰۵*	-	۰/۰۴*	۰/۰۵*	-	۰/۰۵*
Liu	-	۰/۰۵*	-	-	۰/۰۵*	-
Lpop _g	۰/۱۴*	۰/۱۸*	۰/۱۳*	۰/۱۴*	۰/۱۹*	۰/۱۴*
Ly ₀	-	-	-	۰/۹۱*	۰/۹۱*	۰/۹۱*
Lopen	-	-	۰/۰۲	-	-	۰/۰۱
inf	-	-	۰/۰۰۲***	-	-	۰/۰۰۰۲***
\bar{R}^2	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۹	۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۸۶
F _{test}	۱۰۴۸/۶	۱۱۲۷/۸	۱۰۹۳/۵	۲/۴	۳۰/۲	۲۹
H _{test}	-۱۴/۷	-۱۲/۳	-۱۷/۲	۲۵۶/۹	۲۲۹/۳	۳۳۴/۵

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۵ تعداد کشور: ۲۸؛ کل مشاهدات: ۲۵۲؛ روش تخمین: اثرات ثابت؛ *، ** و *** به ترتیب

معنادار در ۱/۵ و ۱۰ در صد

منبع: یافته‌های مقاله

۵-۱. نتایج تجربی برای کشورهای گروه «ج»

تا به حال دو جنبه زیرساخت و کاربری فاوا در کل کشورها، گروه «الف» و گروه «ب» بررسی شد. یکی دیگر از وجوه اثرگذاری فاوا بر رشد، اثرات سرریز فاواست که معمولاً در مطالعات تجربی از مخارج فاوا به تولید ناخالص داخلی استفاده می‌شود. بیشتر کشورهای در حال توسعه داده‌های مخارج فاوا را ندارند بر همین اساس برخی از ۵۱ کشور منتخب از نمونه حذف و برخی به آنها افزوده شده‌اند و دوره زمانی نیز به ۲۰۰۲-۲۰۰۰ تقلیل یافته است. کشورهای منتخب عبارتند از:

- کشورهای ستون ۱: بلغارستان، مالزی، برزیل، کره، رومانی، مکزیک، ترکیه، روسیه، کلمبیا، ونزوئلا، تایلند، افریقای جنوبی، پاناما، چین، اکراین، ایران، تونس و بولیوی.
- کشورهای ستون ۲: بلغارستان، مالزی، برزیل، کره، رومانی، مکزیک، ترکیه، روسیه، جامائیکا، عربستان، کلمبیا، ونزوئلا، افریقای جنوبی، اردن، پاناما، چین، اکراین، ایران، اکوادور، فیلیپین، تونس، بولیوی، مصر، اندونزی، مراکش، سری لانکا.
- کشورهای ستون ۳: بلغارستان، مالزی، برزیل، کره، رومانی، مکزیک، ترکیه، روسیه، جامائیکا، عربستان، کلمبیا، ونزوئلا، تایلند، افریقای جنوبی، اردن، پاناما، چین، اکراین، ایران، اکوادور، فیلیپین، تونس، بولیوی، مصر، اندونزی، مراکش، سری لانکا.

نتایج در جدول (۹) ارائه شده است. در ستون اول از شاخص تعداد محققین به ازای هر ۱۰ هزار نفر در ستون دوم و سوم به ترتیب نرخ ناخالص ثبت نام در دوره راهنمایی و دبیرستان استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی تاثیر مثبت بر رشد دارد. متغیرهای نماینده سرمایه انسانی تاثیر مثبت داشته ولی معنادار نیستند. مخارج فاوا با وجود تاثیر مثبت قابل ملاحظه بر رشد ولی معنادار نیست. تاثیر نرخ رشد جمعیت نیز پایدار نیست. اثر باز بودن اقتصاد مثبت بوده ولی بی معنی است و تورم تاثیر منفی و معنادار بر رشد دارد.

جدول ۹- تاثیر فاوا بر رشد در کشورهای گروه «ج»

متغیر	(۱)	(۲)	(۳)
C	۴/۸*	۶/۱*	۶/۶*
LS _p	۰/۱۲*	۰/۱۳*	۰/۰۴*
LS _{hr}	۰/۲۰	-	-
LS _{hse}	-	۰/۱۷	-
LS _{hte}	-	-	۰/۱۲
LS _t	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۲۵
Lpop _g	۰/۰۸	-۰/۰۶	-۰/۵*
Lopen	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۶
Inf	۰/۰۰۴*	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲*
\bar{R}^2	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۲
F _{test}	۲۰۲۹/۱	۵۶۴	۱۴۵۴/۸
H _{test}	۱۹/۴	۳۰/۶	۳۴/۸
تعداد کشور	۱۷	۲۷	۲۶
کل مشاهدات	۵۱	۸۱	۷۸

روش برآورد: اثرات ثابت

منبع: یافته‌های مقاله

۲-۵. نتایج تجربی برای کشورهای گروه «د»

با توجه به این که دامنه داده های مخارج فاوا منتشر شده توسط بانک جهانی محدود به ۲۰۰۳-۲۰۰۰ بود لذا به منظور حصول اطمینان از اثرات سرریز فاوا از مجموعه داده های منتشر شده توسط ویتسا (۲۰۰۶) که دامنه ۲۰۰۳-۱۹۹۲ را پوشش می دهد نیز استفاده گردید. با توجه به این دوره زمانی، آثار سرریز فاوا را بهتر می توان ارزیابی نمود.

در این مجموعه اطلاعات ۲۷ کشور در حال توسعه در دسترس است که عبارتند از: کلمبیا، چک، افریقای جنوبی، مجارستان، هنگ کنگ، برزیل، شیلی، اسلوواکی، کره جنوبی، ویتنام، مالزی، یونان، لهستان، چین، اسلوانی، فیلیپین، آرژانتین، ونزوئلا، هند، بلغارستان، تایلند، ترکیه، روسیه، مکزیک، مصر، رومانی و اندونزی.

پس از انجام آزمون هاسمن معادله ستون اول به روش اثرات تصادفی و معادله ستون

دوم به روش اثرات ثابت برآورد شد. نتایج در جدول (۱۰) آورده شده است. در ستون اول از شاخص مخارج فاوا به تولید ناخالص داخلی و در ستون دوم از مخارج سرانه فاوا استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی تاثیر مثبت و معنادار بر رشد دارند. باز بودن اقتصاد اثر مثبت و نرخ رشد جمعیت تاثیر منفی بر رشد دارد.

نکته قابل توجه این است که مخارج فاوا تاثیر مثبت قابل ملاحظه بر رشد دارد. با گذشت زمان، آثار سرریز فاوا بیشتر نمایان می شود و کاملاً تاثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی دارد. بنابراین هر چند در کوتاه مدت بر رشد تاثیر مثبت ولی غیر معنادار دارد ولی با گذشت چند سال و استفاده از آن در فعالیت های اقتصادی و بازرگانی آثار موثر آن بر رشد اقتصادی نمایان می شود.

جدول ۱۰- تاثیر فاوا بر رشد در کشورهای گروه «د»

متغیر	(۱)	(۲)
C	۵/۳*	۵/۷*
LSp	۰/۱۹*	۰/۱۶*
LS _{hse}	۰/۵۱**	۰/۳۲**
Lictpc	-	۰/۲۰*
Lictpg	۰/۱۵*	-
Lpop _g	۰/۰۵**	-۰/۱۰**
Lopen	۰/۱۱*	۰/۰۹*
inf	-۰/۰۰۱***	۰/۰۰۰۲
\bar{R}^2	۰/۶۱	۰/۹۹
F _{test}	۱۵۴۹/۱	۵۱۴/۲
H _{test}	-۸/۴	۳۸/۳
روش برآورد	اثرات تصادفی	اثرات ثابت

دوره زمانی: ۲۰۰۳-۱۹۹۲؛ تعداد کشور ۲۷؛ کل مشاهدات: ۳۲۴؛ *، ** و *** به ترتیب معنادار در ۱۰ و ۵ درصد

منبع: یافته های مقاله

جمع‌بندی و ملاحظات

تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی در کل کشور های در حال توسعه مطابق الگوی تجربی یوجولا با دو گونه متغیر های نماینده فاوا برآورد شده است. در کل نمونه، سرمایه غیر فاوا و باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت بر رشد دارند. فاوا هم از بعد زیرساخت ها و هم از نظر کاربری تأثیر قابل ملاحظه بر رشد دارند. تأثیر مثبت سرمایه انسانی بر رشد با شک و تردید همراه است. همگرایی رشد میان کشورهای در حال توسعه نیز تایید می شود. تأثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز مورد تایید است.

یافته های تجربی برای گروه «الف» این است که سرمایه فیزیکی، ضریب نفوذ تلفن ثابت، شاخص شبکه، کاربری اطلاعاتی و اینترنت تأثیر مثبت و نرخ رشد جمعیت و مقدار اولیه بهره‌وری تأثیر منفی بر رشد دارند. اثرات مثبت باز بودن اقتصاد و تأثیر منفی تورم بر رشد اقتصادی نیز معنادار نیست. نرخ رشد جمعیت و مقدار اولیه بهره‌وری تأثیر منفی بر رشد دارند. سرمایه انسانی بر رشد بی تأثیر است. یافته های تجربی برای گروه «ب» نشان می دهد که سرمایه فیزیکی، ضریب نفوذ تلفن ثابت، شاخص شبکه، کاربری اطلاعاتی و اینترنت تأثیر مثبت دارند. تأثیر سرمایه انسانی بر رشد پایدار نیست. نرخ رشد جمعیت و باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت و غیر معنادار بر رشد دارد. تورم بر رشد اقتصادی تأثیر منفی و معنادار دارد. همگرایی رشد میان کشورهای گروه «الف» و «ب» تایید می شود. برای بررسی اثرات سرریز فاوا از مخارج فاوا به تولید ناخالص داخلی از کشورهای گروه «ج» و «د» استفاده شد. نتایج نشان داد که مخارج فاوا تأثیر مثبت قابل ملاحظه بر رشد دارد. با گذشت زمان فاوا آثار سرریز خود را به خوبی نشان می دهد و کاملاً تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی دارد. بنابر این هر چند در کوتاه مدت بر رشد تأثیر مثبت ولی غیر معنادار دارد ولی با گذشت چند سال آثار موثر آن بر رشد اقتصادی نمایان می شود.

نتیجه مهمی که حاصل می شود این است که فاوا به سه طریق بر رشد اقتصادی اثر مثبت دارد: اول از طریق زیرساخت های فاوا که خود به عنوان صنعت مطرح بوده و نقش مهمی در نمایان شدن آثار بعدی فاوا دارد؛ دوم از طریق کاربری فاوا که استفاده از آن امروزه در تمامی جنبه های اقتصادی و اجتماعی میسر شده است؛ و سوم از طریق آثار سرریز فاوا به

تمامی بخش های اقتصادی است که از فاوا به عنوان نهاده در تمامی بخش ها استفاده می شود.

مقایسه تطبیقی بین مطالعات انجام یافته در خصوص اثرات فاوا بر اقتصادی ایران و نتایج این مقایسه نشان می دهد که کشش تولیدی زیرساخت فاوا در ایران (۰/۰۷) و کشورهای در حال توسعه (۰/۰۵-۰/۰۳) تقریباً مشابه است. همچنین سرمایه گذاری غیر فاوا نقش کلیدی در رشد اقتصادی این کشورها دارد.

بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهادهای زیر ارایه می شود: عوامل مکمل برای فاوا از قبیل سرمایه فیزیکی و انسانی، و نیروی انسانی متخصص در زمینه فاوا تقویت شود؛ علاوه بر توجه به تولید بخش تولید تجهیزات فاوا، در بخش کاربری فاوا در زمینه های اقتصادی و بازرگانی سرمایه گذاری کنند؛ با آزاد سازی بیشتر و محدود کردن فعالیت دولت در بخش فاوا به ارتقای زیرساخت ها در کشور کمک کنند؛ آموزش های کاربردی برای گروه های هدف در زمینه کاربری فاوا در تشویق و تهییج فعالان اقتصادی برای تقاضای فاوا و کاربردهای آن ارایه شود؛ موانع سرمایه گذاری خارجی کاهش و تعامل تجاری با کشورهای پیشرو بالاخص در زمینه های کاربری زمینه تقویت شود؛ سیاست های بخشی به جای کلان نگری در استفاده از فاوا در بخش های اطلاعات بر از قبیل بخش خدمات اتخاذ شود؛ ثبات کلان اقتصادی از قبیل پایین بودن تورم فراهم شود؛ با ارایه آمار و اطلاعات دقیق و بروز مطابق با استانداردهای جهانی زمینه را برای سنجش آثار و پیامدهای فاوا فراهم کنند.

منابع

کمیجانی، اکبر و محمود محمودزاده، (۱۳۸۷)، «اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی در ایران: رهیافت حسابداری رشد»، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۹، سال هشتم.

مشیری، سعید و جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳). «فن آوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی ایران»، پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ششم، شماره ۱۹، ص ۷۸-۵۵.

Baltagi, Badi H. (2005); "Econometric Analysis of Panel Data", *John Wiley & Sons*, England, Chap. 2, pp. 11-18 and Chap. 4 pp.65-73.

Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (2004); *Economic Growth*, 2nd Edition, MIT Press, London, Chap. 12, pp. 511-559.

Belorgey, N., Lecat, R., Maury, T. P. (2006); "Determinants of Productivity Per Employee: an Empirical Estimation Using Panel Data", *Economic Letters*, 91, pp. 153-157.

Colecchia, Alessandra, (2001); "The Impact of Information and Communications Technologies on Output Growth: Issues and Preliminary Findings", *OECD Directorate for Science, Technology, and Industry Working*, p. 11

Council of Economic Advisors, (2001); *Economic Report of the President*, Washington, D. C., United States Government Printing Office.

Daveri, F., (2001); "Information and Communication Technology and Growth in Europe", University of Parma.

Dewan, Sanjeev and Kenneth L. Kraemer, (2000); "Information Technology and Productivity: Preliminary Evidence from Country-Level Data." *Management Science*. April, 46: 4, pp. 548-562.

Dewan, Sanjeev and Kenneth L., Kraemer, (1998); "*International Dimensions of the Productivity Paradox*", *Communications of the ACM*, August, 41:8, pp.56-62.

Gholami, Roghieh, Sang-Yong, Tom Lee, Almas, Heshmati, (2002); "*The Causal Relationship Between Information and Communication Technology and Foreign Direct Investment FDI*", 11th European Conference on Information Systems, ECIS.

Green, William H. (2000); *Econometric Analysis*, 4th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Chapter 14, pp. 557-584.

Haacker, M and Morsink, J., (2002); "You Say You Want a Revolution: Information Technology and Growth.", IMF WP 02/70.

Jorgenson, D. D., Ho, M. S. and Stiroh, K. J., (2006); "Potential Growth of the U. S. Economy: Will the Productivity Resurgence Continue?" *Journal of Business Economics*, pp. 7-16.

- Jorgenson, D. W. and Stiroh, K. J., (2000); "Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*, pp.451-476.
- Jorgenson, Dale W. and Stiroh, Kevin J. (1995); "Computers and Growth." *Economics of Innovation and New Technology*, 33-4, pp. 295-316.
- Jorgenson, Dale W. and Stiroh, Kevin J., (2000); "US Economic Growth and the Industry Level", *American Economic Review*, 90 (2), pp.161-7.
- Jorgenson, DW., HO and Stiroh KJ., (2005); "Information and American Growth Resurgence", *Cambridge, MIT Press*.
- Kraemer, Kenneth L., and Jason Dedrick., (2001); "Information Technology and Productivity: Results and Implications of Cross-Country Studies". In Matti Pohjola (Ed). *Information Technology and Economic Development*. Oxford University Press, pp. 257-279.
- Lee, Houngh and Khatri, Yougesh (2003); "Information Technology and Productivity Growth in Asia", Washington: International Monetary Fund.
- Lee, Sang-Yong Tom, R. Gholami, and T. Y., Tong (2005). "Time Series Analysis in the Assessment of ICT Impact at the Aggregate Level-Lessons and Implications for the New Economy", *Information and Management*.
- Mankiw, N., David Romer, Gregory and Weil, David N. (1992); "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1072: 407-437.
- Mankiw, N., David Romer, Gregory and Weil, David N., (1992); "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1072: 407-437.
- Niininen, P., (2001); "Computers and economic growth in Finland", *UNU/WIDER studies in development economics*: Oxford University Press.
- Nour, Samia Satti OI. M, (2002); "The Impact of ICT on Economic Development in the Arab World: A Comparative Study of Egypt and the Gulf Countries," *The United Nations University (UNU)-Institute for New Technologies*.
- Oliner, S. D., and Sichel, D. E., (1994); "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?", *Brookings Papers on Economic Activity* 2, pp.273-333.
- Oliner, Stephen D., and Danial E. Sichel, (2000); "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?" *Journal of Economic Perspectives*, 14:4, pp. 3-22.
- Orbicom (2005); *the Digital Divide to Digital Opportunities: Measuring Info State for Development*, Published by Claude-Yves Charron.
- Pohjola M., (2002); "New Economy in Growth and Development", United Nation University, WIDER (Word Institute for Development Economics Research). Discussion Paper No. 2002/67. A. at

- www.wider.unu.edu
- Pohjola, M., (2000); Information Technology and Economic Growth: A Cross Country Analysis, UNU/WIDER Working, p.173.
- Roeger, Werner, (2001); "The Contribution of Information and Communication Technologies to Growth in Europe and the United States: A Macroeconomic Analysis", Economic, p. 147, European Commission January.
- Sichel, Daniel E., (1997); the Computer Revolution: An Economic Perspective. Washington, D. C.: Brookings Institution Press.
- Siegel, D. and Griliches, Z., (1992); Purchased Services, Outsourcing, Computers, and Productivity in Manufacturing, in: Griliches, Z. ed. Output Measurement in the Service Sector. Chicago, University of Chicago Press, 429-58.
- Vanhoudt P and Luca Onorante, (2001); " Measuring economic Growth and the New Economy", EIB Papers, 6(1): 63-83
- Wolf, Susanna, (2001); "Determinates and Impact of ICT use for African SMEs: Implications for Rural South Africa". Paper Prepared for TIPS Forum.
- Wolff, E., (1996); Technology and the Demand for Skills, STI-Science, and Technology Industry Review, France: OECD.
- Wong, P. K., (2002); "ICT Production and Diffusion in Asia Digital Dividends or Digital Divide?", *Information Economics*.
- World Bank, (1998); "Knowledge for Development. *World Development Report 1998/99*. Oxford: Oxford University Press.
- World Information Technology and Services Alliance (2006); The Digital Planet (2006); the Global Information Economy, Published by World Information Technology and Services Alliance (WITSA).