

اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه

دکتر حسین صادقی *

مجید آقایی خوندابی **

محمد رضایی پور ***

چکیده

تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد حرکت به سمت جهانی شدن در بسیاری از موارد منجر به توسعه سرمایه انسانی و به تبع آن رشد و توسعه اقتصادی می‌شود. در این فرآیند تأثیر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی به‌عنوان مقوله مهمی مدنظر اقتصاددانان و سیاستگذاران کشورهاست. در مقاله حاضر به بررسی و آزمون رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه پرداخته می‌شود. در برآورد الگوی تجربی از شاخص پیشرفت فناوری و روش داده‌های پنل در دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۰۵ استفاده می‌شود. نتایج مبین وجود رابطه معنادار و قوی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی است.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ سرمایه انسانی؛ کشورهای در حال توسعه

طبقه‌بندی JEL: D83; J24; O50

* استادیار دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، (مسئول مکاتبات)، پست الکترونیکی:

sadeghih@modares.ac.ir

** کارشناسی ارشد اقتصاد و پژوهشگر پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران،

پست الکترونیکی: majid_aghaei3@yahoo.com

*** کارشناسی ارشد اقتصاد و پژوهشگر پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران، پست الکترونیکی:

m_rezaeipour59@yahoo.com

۱. مقدمه

یکی از مباحث بسیار مهم جهان در دههٔ اخیر بحث سرمایه انسانی^۱ است. سرمایه انسانی یا به عبارتی کیفیت نیروی کار و دانش انسان، باعث افزایش تولید و رشد اقتصادی کشورها می‌گردد. سرمایه انسانی اگر چه از زمان اقتصاددانان کلاسیک مورد بحث بوده، آنچه در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است مدلسازی و ارائه الگوهای ملی از رشد و توسعه اقتصادی است که در آنها سرمایه انسانی لحاظ شده باشد. با نگاهی به کشورهای نظیر ژاپن و آلمان، که منابع اقتصادی خود را طی جنگ جهانی دوم از دست داده بودند در می‌یابیم که باید عواملی غیر از عوامل فیزیکی برای تحول در رشد و توسعه وجود داشته باشد تا بتواند این کشورها را به شکل امروزی قدرتمند ساخته باشد. تارو^۲ در کتاب رویارویی بزرگ آورده است: «در قرن آینده اگرچه ممکن است امریکا به لحاظ نیروی نظامی نیروی برتر دنیا باشد، اما از نظر اقتصادی، ژاپن حرف اول را خواهد زد». آنچه این کشورها را به اینجا رساند رشد اقتصادی بود نه رشدی که از عوامل فیزیکی حاصل شده بلکه منابع انسانی و نیروی تفکر و خلاق است که رشد سریع و به تبع آن توسعه را پدید می‌آورد.

از سوی دیگر، در کنار توسعه سرمایه انسانی^۳ بحث جهانی شدن^۴ و پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات^۵ نیز به‌طور گسترده طی سال‌های اخیر مطرح شده است. هاروی^۶ (۱۹۹۶) و گیدنز^۷ (۱۹۹۰) جهانی شدن را مرحله شدید فشردگی زمانی و مکانی تعریف می‌کنند که سبب تشدید روابط اجتماعی، سیاسی و فرهنگی در جهان می‌شود. بنابراین با عنایت به این تعریف، از ویژگی‌های اصلی عصر جهانی شدن می‌توان به مواردی نظیر ظهور دهکده الکترونیک جهانی^۸، انقلاب و انفجار اطلاعات و ارتباطات^۹، فشردگی زمانی و مکانی و مانند اینها اشاره کرد. موتور محرکه جهانی شدن در عرصه فرهنگ، اقتصاد و سیاست، فناوری اطلاعاتی و ارتباطاتی پیشرفته مانند اینترنت، ماهواره، رادیو و تلویزیون، دورنگار و پست تصویری و الکترونیکی است که در ظهور جامعه شبکه‌ای و آگاهی بین‌کشوری بسیار مؤثر بوده و به تبع آن، پیوندهای سیاسی، فرهنگی و اجتماعی در سطح جهانی در شبکه‌ای به‌هم پیوسته افزایش یافته است. شواهد نشان می‌دهد که طی دو دههٔ گذشته رشد فناوری به‌ویژه فناوری‌های جدید عامل مهمی

^۱ Human Capital

^۲ Taro

^۳ Human Capital Development

^۴ Globalization

^۵ Information and Communication Technology

^۶ Harvey

^۷ Giddens

^۸ McLuhan (1989)

^۹ Castells (1996)

در ادغام بازارها و فرآیند جهانی شدن بوده است. در واقع فناوری عامل محرک ایجاد بازارهای جهانی بوده و مبنای مهمی برای ایجاد مزیت رقابتی شده است. اغلب محققان بر این مسئله اذعان دارند که رشد فناوری و زیرساخت‌های آن و همچنین شاخص‌های مرتبط با آنها نظیر تعداد کاربران اینترنت، تعداد تلفن‌های همراه و دارندگان رایانه‌های شخصی به‌عنوان یکی از شاخص‌های اصلی جهانی شدن قلمداد می‌گردد.^۱

نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در ابعاد مختلف توسعه راه، از دیدگاه‌های متفاوت نسبت به ابعاد مورد نظر (توسعه سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، انسانی) می‌توان بررسی کرد. اما با توجه به اینکه در حال حاضر ادبیات توسعه، چهره‌ای انسانی به‌خود گرفته است، در این تحقیق تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه بررسی و تحلیل می‌شود.

در این مطالعه، کوشش می‌شود با تمرکز بر سطح کلان، فرضیه تحقیق مبنی بر رابطه مثبت بین توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه آزمون و بررسی شود. برای این امر ابتدا، مبانی نظری و ادبیات موضوع و وضعیت ICT و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد، سپس به معرفی و تخمین الگو و در نهایت به تحلیل نتایج حاصل از تخمین پرداخته می‌شود.

ادامه مقاله به‌صورت زیر ساماندهی می‌شود. بخش دوم به مبانی نظری فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی می‌پردازد. بخش سوم مطالعات تجربی را مرور می‌کند. بخش چهارم به بررسی وضعیت ICT و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه می‌پردازد. بخش پنجم داده‌ها و اطلاعات آماری را معرفی می‌کند و در نهایت در بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه می‌گردد.

۲. مبانی نظری فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی

قبول و پذیرش عامل سرمایه انسانی به‌عنوان جریان اصلی در ادبیات اقتصادی به اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی برمی‌گردد. یعنی زمانی که اقتصاددانان تلاش کردند توضیح قانع‌کننده‌ای برای بخش چشمگیری از رشد اقتصادی که بدون توضیح باقی مانده بود، ارائه دهند. در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات، توسعه سرمایه انسانی و رابطه بین آنها توسط اقتصاددانان مختلف چشم‌اندازهای متعددی ارائه شده است که می‌توان آنها را در چهار بخش اقتصاد نئوکلاسیک، اقتصاد تکاملی، نظریه‌های رشد درونزا و اقتصاد مبتنی بر دانش تقسیم‌بندی کرد. در اقتصاد نئوکلاسیک سرمایه انسانی یا همان نیروی کار ماهر و فناوری اطلاعات و ارتباطات دو پدیده

^۱ ناجی (۱۳۸۲)

جدا از هم هستند، اما یکدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این چارچوب مطالعات ارو^۱ (۱۹۶۲) در نظریه یادگیری نشان داده است که تجربه در کار با یک فناوری جدید و پیشرفته در فرآیند تولید باعث افزایش کارایی و مهارت نیروی انسانی در طی زمان می‌شود. نلسون و فلپس^۲ (۱۹۶۶)، در چارچوب اقتصاد تکاملی نشان دادند که کسب و به‌کارگیری فناوری جدید در فرآیند تولید، حضور نیروی کار با تحصیلات عالی در بنگاه را سبب می‌شود و فرآیند تولید را ساده‌تر و کاراتر می‌کند. در الگوی توسعه یافته به‌وسیله استوکی^۳ (۱۹۹۱) کسب و به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات با انباشت درونزای سرمایه انسانی رابطه مستقیم دارد. یانگ^۴ (۱۹۹۵) در الگویی که تغییر درونزای فناوری را به تصویر می‌کشد بر اهمیت کسب و به‌کارگیری فناوری جدید در انباشت سرمایه انسانی تأکید می‌کند.

آتور، کاتز و کروگر^۵ (۱۹۹۷) و همچنین بارتل و سیچرمن^۶ (۱۹۹۸) نشان دادند صناعی که دارای فناوری‌های جدید و پیشرفته و نرخ‌های بالای تغییر فناوری بودند، افزایش در تقاضا برای نیروی کار با مهارت و آموزش بالا را تجربه کرده‌اند.

با این حال، سرمایه انسانی مبتنی بر مبانی نظری قوی به‌عنوان یک عامل تولید در اواخر دهه ۱۹۸۰ وارد الگوهای رشد اقتصادی شد که در این‌باره مطالعات لوکاس^۷ (۱۹۸۸) از برجستگی خاصی برخوردار است. ایده اصلی نظریه سرمایه انسانی، مبتنی بر این نکته است که سرمایه‌گذاری در منابع انسانی سبب افزایش توان تولید و بهره‌وری افراد و در نهایت بهبود رشد و توسعه اقتصادی می‌گردد. چنین تفکراتی منجر شد که در یک تابع تولید، علاوه بر تعداد یا کمیت نیروی کار، کیفیت نیروی انسانی (مانند تحصیلات رسمی و آموزش ضمن کار) نیز وارد الگو شود. به‌هر حال، در مطالعات نوین رشد، مفهوم سرمایه از وضعیت کلاسیک سرمایه‌گذاری در تجهیزات و ماشین‌آلات به سرمایه‌گذاری در منابع انسانی نیز گسترش یافت. شولتز^۸ (۱۹۶۱) یکی از اقتصاددانان معاصر است که نظریه سرمایه انسانی را از مراحل کلاسیک و ابتدایی خود به حالت پیشرفته و تحلیلی امروز ارائه نموده است. وی نشان داده است که سرمایه انسانی نه تنها از طریق تراکم و انباشت آموزش و پرورش، بلکه از راه‌های بی‌شمار دیگری نیز به‌وجود می‌آید. ولی متداول‌ترین انواع سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی موارد زیر به حساب می‌آیند:

¹ Arrow

² Nelson, and Phelps

³ Stokey

⁴ Young

⁵ Autor, Katz, and Krueger

⁶ Bartel, and Sicherman

⁷ Lucas

⁸ Schultz

- آموزش در مقاطع تحصیلی دبستان، راهنمایی، دبیرستان، مدارس فنی و حرفه‌ای و تحصیلات عالی
- آموزش قبل از مدرسه
- آموزش بعد از دانشگاه و فارغ‌التحصیلی
- مهاجرت برای مشاغل و درآمدهای بالاتر
- مراقبت از تندرستی و بهداشت عمومی

سرمایه شکل گرفته به طرق برشمرده بادوام است ولی زمان ارائه خدمات این نوع سرمایه محدود است. سرمایه انسانی نیز در صورت لزوم می‌بایست مورد تعمیر و تعویض قرار گیرد تا مثل سرمایه‌های مادی بیکار یا مورد اتلاف واقع نگردد. این نوع سرمایه نیز ممکن است چنانکه نتواند خود را با فناوری موجود تطبیق دهد، قبل از استهلاک از دور خارج گردد.^۱

رومر^۲ (۱۹۹۰) به‌طور اساسی مقوله توسعه انسانی از طریق فناوری و مهارت را فرموله کرد. بر مبنای تحلیل‌های وی، سرمایه انسانی شامل توانایی و مهارت‌های کسب شده و دانش هر فرد کارگر است. در الگوی وی فرض می‌شود که مقدار سرمایه انسانی که هر کارگر دارد تنها به تعداد سال‌های تحصیل وی بستگی دارد. این مشابه این فرض است که تنها نهاده در تابع تولید سرمایه انسانی، زمان دانش‌آموزی یا دانشجویی است. در این الگو همچنین فرض می‌شود که هر کارگر مقدار مشابهی آموزش دریافت می‌کند که با E نشان داده می‌شود. بدین ترتیب تابع تولید سرمایه انسانی به شکل رابطه زیر است:

$$H(t) = L(t)G(E) \quad (1)$$

در رابطه بالا L بیانگر تعداد نیروی کار و G (*) سرمایه انسانی سرانه را به‌عنوان تابعی از سال‌های تحصیلی نیروی کار بیان می‌کند. بنابراین منطقی است اگر فرض شود که هر چه نیروی کار آموزش بیشتری دریافت کند، سرمایه انسانی بیشتری خواهد داشت. یعنی فرض می‌شود که $G'(*) > 0$ است. اما هیچ دلیلی برای تحمیل $G''(*) < 0$ نیست. یعنی با به‌دست آوردن سرمایه انسانی، توانایی فرد برای دریافت سرمایه انسانی اضافی ممکن است افزایش یابد. به‌عبارت دیگر، سال‌های اول آموزش ممکن است تنها دانش پایه را بیاموزد مانند توانایی خواندن و حساب کردن اما نقش اینها در به‌دست آوردن سرمایه انسانی بیشتر قابل ملاحظه است.

منکیو، رومر و ویل^۳ (۱۹۹۲) رابطه سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری روی نیروی کار را

^۱ ستاریفر (۱۳۷۴)

^۲ Romer

^۳ Mankiw, Romer, and Weil

به صورت زیر تعریف کردند.

$$\dot{H} = \tau_h Y - \delta_h \quad , \quad H(0) > 0, \quad 0 < \tau_k + \tau_h < 1, \quad \delta_h > 0 \quad (2)$$

در این معادله H سرمایه انسانی و Y میزان درآمد افراد است. این معادله بیانگر این است که H با نرخ سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی τ_h ، و نرخ استهلاک δ_h انباشته می‌شود. سرمایه انسانی از طریق صرف منابع بر روی نیروی انسانی (برای مثال از طریق تربیت آموزشگاهی) افزایش می‌یابد اما با نرخ متناسب ثابت، مستهلک می‌گردد. سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی نسبت ثابتی از درآمد است.

از مطالعاتی که در زمینه آموزش و فناوری اطلاعات انجام شده است می‌توان نتیجه گرفت که به کارگیری فناوری و ارتباطات در بهبود فرآیند یادگیری و آموزش و پیشرفت نیروی انسانی نقش ارزنده‌ای ایفا کرده است. تأثیر آشکار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر آموزش و پیشرفت نیروی انسانی توسط مطالعات براون و فورد^۱ (۲۰۰۲) نیز تأیید گردید. ایشان با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده در مورد میزان استفاده از رایانه، CD و اینترنت و میزان یادگیری و پیشرفت در جوامع امریکایی که بون و بیسی^۲ (۱۹۹۹) آن را گردآوری کردند، دریافتند که استفاده از رایانه و آموزش مبتنی بر رایانه، هزینه‌های آموزش را در این جوامع از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲ حدود ۲۰ درصد کاهش داده است.^۳

تأثیر مثبت آموزش مبتنی بر رایانه و استفاده از رایانه بر پیشرفت آموزش نیروی انسانی در بلندمدت توسط یافته‌های هال نیز اثبات شد.^۴ اما نحوه اثرگذاری و تأثیر توسعه فناوری آموزشی و آموزش مبتنی بر رایانه هنوز به صورت یک سؤال باقی مانده است. به این ترتیب تحقیقاتی در زمینه تأثیر و نحوه اثرگذاری آموزش مبتنی بر رایانه و فناوری بر پیشرفت نیروی انسانی در سال‌های اخیر انجام شده و مدل‌هایی هم در این زمینه ارائه گردیده است.

نولز^۵ (۱۹۸۰) در زمینه تأثیر فناوری اطلاعات و آموزش مبتنی بر رایانه بر پیشرفت نیروی انسانی و آموزش آن مدل یادگیری کلی - بخشی را مطرح کرده است.^۶ از مدل‌های دیگری که برای تبیین اثر فناوری اطلاعات بر آموزش مطرح شده است، مدل داده و ستانده یادگیری است.^۷

^۱ Brown, and ford

^۲ Burn, and Bassi

^۳ Brown, and ford (2002)

^۴ Hall, Rhodes, and Cox (2002)

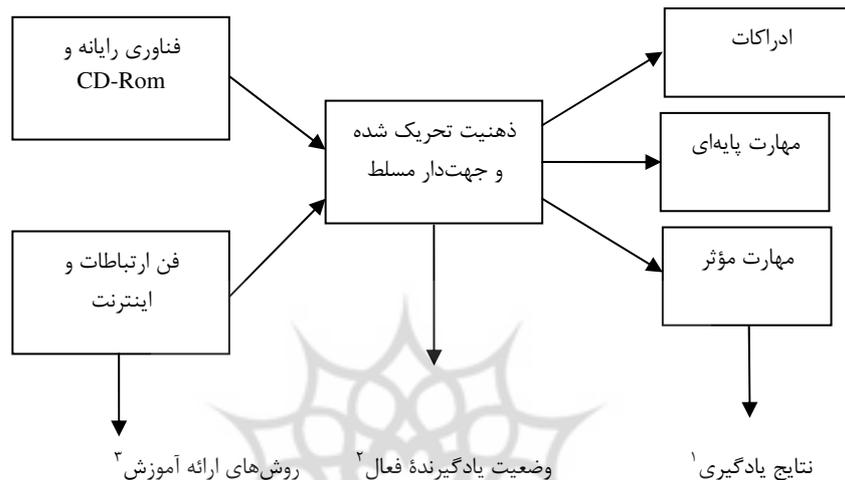
^۵ Knowls

^۶ Whole-Part-Whole Learning Model

^۷ Brown, and ford (2002)

مدل داده و ستانده برای یادگیری و آموزش که برون و فورد ارائه داده‌اند، دارای جنبه‌های گوناگونی است که در نمودار ۱ نشان داده شده است.

نمودار ۱. تأثیر فناوری اطلاعات بر سرمایه انسانی



همان‌طور که در نمودار مدل داده - ستانده ملاحظه می‌شود این مدل دارای سه بخش است. بخش اول ارائه آموزش و اطلاعات است که شامل آموزش مبتنی بر رایانه، استفاده از رایانه و فناوری اینترنت است. بخش دوم وضعیت یادگیرنده‌های فعال است که همان مرحله فرآیند انتقال ورودی‌هاست و شامل انگیزه، متمایل بودن، تفکر و اندیشیدن است. مرحله سوم که همان خروجی‌های مدل است شامل ادراکات، مهارت پایه‌ای و مهارت مؤثر هستند. به‌طور کلی، توانایی‌ها و قابلیت‌های نهادینه شده در وجود انسان (چه جسمی و چه فکری) سرمایه انسانی نامیده می‌شوند. در این مفهوم سرمایه انسانی جزئی از مفهوم وسیع‌تر سرمایه غیرقابل لمس یا سرمایه فکری (توانایی‌ها و قابلیت‌های نهادینه شده در نیروی انسانی و ساختارهای یک بنگاه یا یک کشور) است.^۴ طبق این تعریف، سرمایه انسانی دارای دو بعد جسمی و فکری است. بعد جسمی با سرمایه‌گذاری در تغذیه، بهداشت و درمان و ورزش ایجاد و بعد فکری در اثر نهادینه شدن دانش (به‌وسیله آموزش و یادگیری تجربی) در انسان حاصل می‌شود. در این مطالعه بعد

^۱ Learning Outcome

^۲ Active Learner State

^۳ Delivery Methods

^۴ Hertog, and Huizenga (2000)

جسمی سرمایه انسانی یکسان در نظر گرفته می‌شود. بحث صرفاً روی بعد فکری خواهد بود، از این‌رو در اینجا سرمایه انسانی به‌طور خلاصه دانش نهادینه شده در انسان تعریف می‌شود. دانش به دو طریق آموزش و تجربه در سه مرحله و در سه سطح در وجود انسانی نهادینه می‌شود و سرمایه انسانی را به‌وجود می‌آورد. مرحله اول انباشت سرمایه انسانی در خانواده، مرحله دوم انباشت سرمایه انسانی در نظام آموزشی و مرحله سوم انباشت سرمایه انسانی در هنگام کار است (در هر مرحله دو عامل در تشکیل سرمایه انسانی در وجود فرد مؤثر است، یکی از آنها هوش و استعداد طبیعی است که با تغذیه مناسب و مطلوب بهبود می‌یابد. این عامل برای فرد ثابت است و با معیار آی کیو (IQ) اندازه‌گیری می‌شود. عامل دیگر میزان کوششی است که فرد برای یادگیری می‌کند. کوشش یادگیری فرد از دو بعد وسعت کوشش و شدت کوشش قابل بررسی است. وسعت کوشش به مدت زمان تلاش برای یادگیری اطلاق می‌شود، اما شدت کوشش بیانگر کیفیت تلاش یادگیری و امکانات و فناوری موجود برای یادگیری در مدت معین یادگیری است. شدت کوشش یادگیری به کیفیت محیط یادگیری اعم از خانواده، مؤسسه آموزشی و مکان کار وابسته است.^۱

سرمایه انسانی انباشت شده در مرحله اول، نهاده تشکیل سرمایه انسانی در مرحله دوم و سرمایه انسانی انباشت شده در مرحله دوم، نهاده مرحله سوم است. در مرحله اول، دانش به‌طور تجربی کسب می‌شود همان‌طور که در مدل داده و ستانده بالا مشاهده می‌شود، در مرحله اول دانش از طریق لوازم کسب آموزش کسب می‌شود که گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات و موجود بودن فناوری نوین در این مرحله نقش اساسی ایفا می‌کند. در واقع روش‌های نوین کسب آموزش به‌عنوان داده‌های این مدل محسوب می‌شوند. مرحله دوم ایجاد سرمایه انسانی، تجزیه و تحلیل این اطلاعات با توجه به ذهنیت افراد است. آنچه در اینجا مهم و مورد توجه است، تشکیل سرمایه انسانی و جهت دادن درست سرمایه انسانی است. تولید دانش و تشکیل سرمایه انسانی و جهت دادن به ذهنیت افراد را می‌توان به سطوح مختلف تقسیم کرد که عبارت است از: مراکز آمادگی و پیش دبستانی، دبستان‌ها، مدارس راهنمایی، دبیرستان‌ها و دانشگاه. تولید دانش در هریک از مراکز دانش یاد شده، علاوه بر دانش نهادینه شده در سطح قبل، به نهاده‌های دیگر مانند مدرسان در سطوح مختلف و سرمایه فیزیکی در هر بنگاه دانش نیز بستگی دارد. به‌طور معمول، سرمایه فیزیکی مورد استفاده در بنگاه‌های دانش عبارت از ساختمان، وسایل نقلیه، تجهیزات آزمایشگاهی و لوازم مصرفی است. در سطوح ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان، کلاس درس نقش اساسی دارد، اما در دانشگاه‌ها علاوه بر ساختمان، تجهیزات آزمایشگاهی نیز اهمیت زیادی دارد که گسترش و نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات

^۱ Kim, and Lee (1999)

در این مرحله نیز تأثیر داشته و با ایجاد و توسعه وسایل الکترونیکی و پیشرفته از قبیل رایانه، تلفن همراه و ... باعث کمک به جهت دادن استعدادهای افراد شده است. اگر به انباشت سرمایه‌های انسانی در این مرحله توجه شود و به‌صورت مناسبی جهت داده شوند با گسترش و نفوذ عوامل مؤثر بر انباشت سرمایه که فناوری اطلاعات یکی از این عوامل مهم است سرمایه‌های انسانی به‌صورت مناسبی شکل خواهند گرفت.

ستاده سیستم تولید سرمایه انسانی در این مدل مقدار دانشی و مهارتی است که در یک دوره معین مثلاً یک سال در وجود تعدادی از افراد نهادینه می‌شود. طبق این تعریف، ستاده این مدل داده - ستانده در خط تولید سرمایه انسانی دارای دو بعد است: بعد اول تعداد افرادی است که دانش در وجود آنها نهادینه می‌شود و بعد دوم، مقدار دانش و مهارت‌هایی است که در وجود یک فرد نهادینه می‌شود به‌عبارت دیگر، حاصل جمع مقدار دانش نهادینه شده در وجود افرادی که در طول یک دوره معین در یک مکان آموزشی، دانش کسب می‌کنند، ستاده این مدل است.^۱ این مدل به‌عنوان یک مدل مناسب در طراحی و ارائه آموزش مبتنی بر فناوری و تأثیر آن بر رشد و پیشرفت نیروی انسانی، امروزه کاربرد دارد. با الهام از مدل داده - ستانده یادگیری، زبر^۲ (۲۰۰۳) مدل دیگری برای تشریح اثر کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد و توسعه سرمایه انسانی ارائه کرده است.

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث افزایش آموزش کیفی انتقال ICT شده و در نتیجه تعداد کاربران و استفاده‌کنندگان از این فناوری افزایش پیدا می‌کند که این خود باعث رشد سرمایه انسانی و در نهایت همان‌طوری که در قالب الگوهای رشد درون‌زا مدلسازی شده است، باعث توسعه اقتصادی می‌شود.^۳

به‌طور کلی فناوری اطلاعات و ارتباطات به خاطر اینکه می‌تواند در نحوه آموزش نیروی انسانی تأثیر داشته باشد و مهارت‌های افراد را بالا ببرد، یک عامل مهم در توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه به‌شمار می‌رود و با توجه به اینکه برخلاف کالاهای فیزیکی، کالاهای دیجیتالی غیررقابتی هستند و هزینه فرصت ندارند دستیابی آسان به این فناوری می‌تواند بر آموزش و مهارت‌های افراد تأثیر بگذارد و باعث رشد و شکوفایی سرمایه‌های انسانی شود. توسعه فناوری اطلاعات می‌تواند از طریق ایجاد ظرفیت‌های تازه و چشمگیر در محدوده دانش بشری در بلندمدت با تأثیر بر سرمایه انسانی و تولید و اشاعه افکار و ایده‌ها موجب افزایش ابداعات شود.^۴

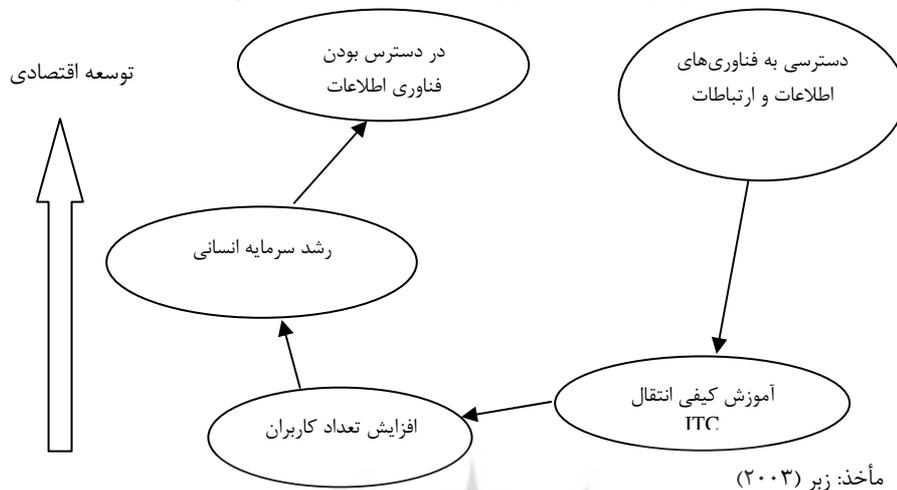
^۱ Brown, and Ford (2002)

^۲ Zuber

^۳ Ibid.

^۴ Canning (1999)

نمودار ۲. تأثیر فناوری اطلاعات بر سرمایه انسانی



۳. مرور مطالعات تجربی فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی

مطالعات زیادی از اواخر دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ تاکنون به بحث در مورد فناوری اطلاعات و رشد و توسعه اقتصادی پرداخته‌اند. ویژگی بارز آنها این است که اغلب این مطالعات تأثیر فناوری اطلاعات بر توسعه اقتصادی را از منظر رشد و بهره‌وری بررسی کرده‌اند و به تحلیل رابطه شاخص‌های توسعه ICT و رشد اقتصادی در قالب مدل‌های رشد درونزا پرداخته‌اند و تعداد معدودی از مطالعات به‌طور مستقیم به بررسی رابطه رشد شاخص‌های ICT و توسعه سرمایه انسانی پرداخته‌اند. در این بخش به خلاصه‌ای از این مطالعات اشاره می‌شود.

مطالعه آرو^۱ (۱۹۶۲) با توجه به نظریه یادگیری، نشان داد که تجربه در کار با درجه فناوری معین یا جدید در فرآیند تولید، موجب افزایش کارایی نیروی انسانی طی زمان می‌شود و نیروی کار تحصیلکرده سریع‌تر و کاراتر از نیروی کار کمتر آموزش دیده یاد می‌گیرند و صنایعی که دارای پیشرفت فناوری سریع‌تر هستند، تقاضای خود را برای افراد مساعد یادگیری افزایش می‌دهند.

ویلسون و رودریگز^۲ در تحقیقی که سال ۱۹۹۹ انجام دادند ضمن تعریف و محاسبه شاخص ITP برای سنجش میزان دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات به بررسی رابطه بین متغیرهای اقتصادی مثل GDP سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه سرمایه انسانی

^۱ Arrow

^۲ Wilson, and Rodriguez

و ... با شاخص پیشرفت فناوری^۱ پرداخته‌اند. طبق نتایج این مطالعه که تقریباً تمام کشورهای جهان را دربرمی‌گیرد، عملکرد IT با افزایش آزادی‌های مدنی و سیاسی، رعایت حقوق مالکیت معنوی، و کاهش دخالت دولت در اقتصاد بهبود یافته است و باعث بهبود سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی شده است.

لی جوسو^۲ (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه متقابل تصمیمات بنگاه بر سرمایه‌گذاری در نوآوری و فناوری جدید و تصمیم کارگران به سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی را مورد بررسی قرار داد. تحلیل وی نشان می‌دهد دو نوع سرمایه‌گذاری با یکدیگر وابستگی بسیار قوی دارند. زیرا با افزایش کیفیت نیروی انسانی، بنگاه به سرمایه‌گذاری در فناوری تشویق می‌شود و در مقابل، با بهبود فناوری و ایجاد فناوری‌های جدید در سطح بنگاه، نیروی انسانی به سرمایه‌گذاری در کسب دانش و مهارت جدید تشویق می‌شوند و در نتیجه باعث توسعه سرمایه انسانی می‌شود.

الیز و روبرتز^۳ (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای نشان دادند که فناوری جدید و مهارت نیروی انسانی مکمل یکدیگرند و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. بدین معنا که با نوآوری سریع، تغییر سریع در فناوری به وجود می‌آید. این امر عایدی‌های آموزش را در مقایسه با هزینه‌های آن افزایش می‌دهد و در نتیجه، نرخ بازدهی آموزش و مهارت آموزی افزایش می‌یابد و در برگشت موجب افزایش سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی می‌شود. از طرفی، رشد سریع‌تر سرمایه انسانی هزینه تولید دانش در آینده را نسبت به هزینه تولید آن در زمان حال کاهش و در برگشت بازدهی نوآوری را افزایش می‌دهد. در نتیجه، نوآوری‌های بیشتری صورت می‌گیرد و تغییر فناوری را شتاب می‌بخشد.

ساندرز و ویل^۴ (۲۰۰۰) تحقیقات زیادی را در مورد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری مهارت‌گرا^۵ بر اشتغال و دستمزد افراد ماهر بررسی کردند. در این مطالعات که در سطوح مختلف واحد تولیدی، بنگاه، صنعت و در سطح ملی انجام شد، موفقیت تحصیلی به سال، پیشرفت تحصیلی به سطوح مهارت، دسته‌بندی حرفه‌ای در کارگران یقه سفید و یقه آبی، به‌عنوان شاخص‌های سرمایه انسانی و مخارج تحقیق و توسعه، شدت تحقیق و توسعه (نسبت وجوه تحقیق و توسعه به فروش خالص)، کالاها و تجهیزات سرمایه‌ای جدید، سرمایه‌گذاری در

^۱ Index of Technological Progress (ITP)

^۲ Li-Jusu

^۳ Ellis, and Roberts

^۴ Sanders, and Weel

^۵ Skill-Biased Tehcnology

سرمایه فیزیکی جدید و فناوری اطلاعات، نوآوری در فرآیند و محصول، رشد در نسبت سرمایه به نیروی کار، استفاده از رایانه و فناوری اطلاعات، نسبت سرمایه‌گذاری در رایانه به کل سرمایه‌گذاری، حق امتیازهای صنعتی، بهره‌وری کل عوامل، نسبت دانشمندان و مهندسان به کل اشتغال، سهم فناوری پیشرفته و ... به‌عنوان شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری مهارت‌گرا در نظر گرفته شده‌اند. تمام تحقیقات این محققان حاکی از اثر مثبت و معنادار فناوری اطلاعات و پیشرفت فناوری بر توسعه سرمایه انسانی است.

زبر^۱ (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه افریقایی پرداخته است. زبر در این مطالعه میزان بی‌سوادی یا درصد افراد بی‌سواد یک کشور بین سنین ۱۵ تا ۲۵ سال را به‌عنوان شاخص توسعه انسانی (متغیر وابسته) در نظر گرفته و سه شاخص نیز برای فناوری اطلاعات معرفی کرده است که شامل مشترکین تلفن‌های ثابت، استفاده‌کنندگان از رایانه‌های شخصی و حساب‌های شماره‌گیری آنالوگ اینترنت است.

زبر در مطالعه خود سه معادله را برای کشورهای افریقایی برآورد کرد. وی برای تأثیر مشترکین تلفن‌های ثابت بر رشد و توسعه سرمایه انسانی رابطه $y = 48/854 - 7/252X_1$ را به‌دست آورد که y برابر با مقدار بی‌سوادی و X_1 برابر با مقدار تعدیل شده کار با تلفن ثابت است. برای برآورد تأثیر دومین شاخص ICT یعنی تعداد کاربران رایانه‌های شخصی بر نرخ بی‌سوادی، رابطه $y = 34/460 - 2/499 X_2$ را به‌دست آورد. وی همچنین جهت بررسی تأثیر سومین شاخص ICT بر توسعه سرمایه انسانی کشورهای افریقایی رابطه $y = 60/823 - 9/926 X_3$ را برآورد کرد. با توجه به نتایج تجربی به‌دست آمده زبر فرضیه صفر تحقیق مبنی بر نبودن رابطه بین شاخص‌های فناوری اطلاعات و شاخص توسعه انسانی را رد می‌کند و ارتباط بین شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی را تأیید می‌کند.^۲

۴. بررسی وضعیت ICT و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه

براساس رده‌بندی سازمان ملل و گزارش‌های توسعه این سازمان و براساس جدیدترین رده‌بندی در سال ۲۰۰۵، کشورهای دنیا به سه دسته توسعه یافته بالا، متوسط و پایین تقسیم می‌شوند. در این بخش وضعیت کشورهای در حال توسعه مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای بررسی وضعیت فناوری اطلاعات و ارتباطات در این کشورها از شاخص‌هایی مانند تعداد مشترکین تلفن همراه،

^۱ Zuber

^۲ Ibid.

تعداد خطوط تلفن اصلی، تعداد کاربران اینترنت، تعداد محققان موجود در این کشورها و مخارج تحقیق و توسعه در این کشورها استفاده می‌شود و بر این اساس کشورها رتبه‌بندی می‌شوند. برای بررسی وضعیت توسعه سرمایه انسانی در این کشورها از شاخص‌هایی مانند مخارج آموزشی و نرخ ثبت نام در مقاطع مختلف آموزشی و نظایر آنها استفاده می‌شود.

۴-۱. بررسی وضعیت توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه^۱

سازمان ملل متحد همه ساله براساس آمار و ارقام شاخص‌های مختلف توسعه و سرمایه انسانی یک شاخص توسعه انسانی^۲ را برای تمام کشورها محاسبه می‌کند و بر این اساس کشورها را به سه دسته توسعه انسانی بالا، متوسط و پایین تقسیم می‌کند. از میان ۱۸۱ کشور موجود در این طبقه‌بندی، ۸۳ کشور در گروه کشورهای در حال توسعه طبقه‌بندی می‌شوند که آمار و ارقام مربوط به شاخص‌های توسعه سرمایه انسانی برای این کشورها را سازمان ملل متحد و بانک جهانی گردآوری کرده است.

یکی از شاخص‌هایی که به‌عنوان شاخص سرمایه انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد میزان مخارج آموزشی است که آمار آن به‌صورت درصدی از مخارج دولت و درصدی از GDP منتشر می‌شود. میانگین مخارج آموزشی در کشورهای در حال توسعه در سال ۱۹۹۱ برابر با ۴/۳۴ بوده در حالی که میانگین این شاخص در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ در این کشورها ۴/۳۶ بوده و نشان‌دهنده این است که مخارج آموزشی در این کشورها تقریباً رشدی نداشته است. میانگین همین شاخص در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ در کشورهای توسعه یافته ۵/۳ بوده است. بیشترین مقدار مخارج آموزشی به GDP را، کشور سنت لوسیا با ۱۱/۱ درصد و کمترین میزان مخارج آموزشی را کشور گینه استوایی با ۰/۶ دارد. ایران با شاخص مخارج آموزشی برابر با ۴/۸ درصد در رتبه ۳۴ کشورهای در حال توسعه قرار دارد.

یکی دیگر از شاخص‌های سرمایه انسانی نرخ ثبت نام در مقاطع مختلف تحصیلی است. میانگین این شاخص در کشورهای در حال توسعه ۶۹/۲۳ درصد جمعیت است. کمترین میزان نرخ ثبت نام در کشورهای در حال توسعه مربوط به کشور بوتان با ۴۷ درصد و بیشترین مقدار مربوط به کشور گرجستان با نرخ ۱۰۰ درصد است. ایران با شاخصی برابر با ۷۲ درصد، حائز رتبه ۳۰ از این نظر در بین کشورهای در حال توسعه است. میانگین این شاخص در بین کشورهای توسعه یافته ۸۵/۰۹ درصد و بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب مربوط به کشورهای استرالیا و امارات متحده عربی است. مقدار این شاخص در مقایسه با سایر شاخص‌ها

^۱ برای اطلاعات بیشتر به سایت‌های www.un.org و www.wb.com مراجعه شود

^۲ Human Development Index

در کشورهای در حال توسعه اختلاف زیادی با میانگین این مقدار در میان کشورهای توسعه یافته ندارد.

شاخص بعدی نرخ سواد در بزرگسالان ۱۵ سال و بالاتر است که میانگین این مقدار ۶۹/۲۳ درصد برای کشورهای در حال توسعه است در حالی که همین شاخص برای کشورهای توسعه یافته ۹۴/۳۴ درصد جمعیت ۱۵ سال و بالاتر است. کمترین مقدار این شاخص را کشور سودان با ۳۷ درصد جمعیت و بیشترین میزان این شاخص مربوط به کشور جمهوری لیبی با ۹۴ درصد است. براساس این شاخص‌های سرمایه انسانی و سایر شاخص‌های دیگر نظیر GDP سرانه، نرخ باسواد، امید به زندگی و ... سازمان ملل برای تمام کشورها شاخصی به نام HDI یا شاخص توسعه انسانی را محاسبه کرده است. بر این اساس کشورها از لحاظ میزان توسعه انسانی به سه دسته، توسعه یافته (HDI معادل ۰/۸ و بالاتر)، در حال توسعه (HDI بین ۰/۵ و ۰/۷۹۹) و توسعه نیافته (HDI کمتر از ۰/۵) تقسیم می‌شوند. میانگین شاخص توسعه انسانی برای کشورهای در حال توسعه ۰/۶۸۷ است. در حالی که میانگین همین شاخص برای کشورهای توسعه یافته ۰/۸۸۴ است. بیشترین میزان توسعه انسانی در بین کشورهای در حال توسعه مربوط به کشور جمهوری عربی لیبی با مقدار ۰/۷۹۸ است و کمترین میزان توسعه انسانی در بین این کشورها را کشور سوازیلند با مقدار ۰/۵ داراست. با پیشرفت سایر مبانی توسعه در تمام دنیا مانند بهبود وضعیت درآمدی کشورها، گسترش انواع و اقسام فناوری‌های نوین مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات و ... بهبود توسعه انسانی در این کشورها در سال‌های اخیر بسیار مشهود بوده است و شاخص توسعه انسانی برای تمام کشورها از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۴ با رشد چشمگیری همراه بوده است. ایران از نظر این شاخص در رتبه ۹۶ جهان قرار دارد و نسبت به سال ۲۰۰۳ که در رتبه ۱۰۶ قرار داشت پیشرفت خوبی داشته است.

۴-۲. توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای در حال توسعه

براساس آمار منتشر شده از سوی UNDP^۱ در سال ۲۰۰۴ میانگین تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت در هر ۱۰۰۰ نفر ۶۶ نفر است که رشد بسیار چشمگیر این فناوری را در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد. بالاترین میزان توسعه در زمینه استفاده‌کنندگان اینترنت مربوط به کشور جامائیکا با تعداد ۴۰۳ نفر و کمترین میزان مربوط به کشورهای میانمار و تاجیکستان با ۱ نفر استفاده‌کننده اینترنت در هر ۱۰۰۰ نفر است. ایران با ۸۲ نفر استفاده‌کننده اینترنت در هر ۱۰۰۰ نفر در بین کشورها جهان در رتبه ۹۶ و در بین ۸۳ کشور در حال توسعه در رتبه ۳۳ قرار دارد.

^۱ United Nation Development Program (UNDP)

از نظر تعداد خطوط اصلی تلفن که یکی دیگر از شاخص‌های سازمان ملل است، میانگین تعداد این خطوط در سال ۱۹۹۰، ۴۸ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر بوده است در حالی که این شاخص در سال ۲۰۰۴ دارای میانگین ۱۱۲ نفر است که رشدی برابر ۱۳۳ درصد داشته است. از بین کشورهای در حال توسعه، بیشترین توسعه در این زمینه مربوط به کشور بلاروس با تعداد ۳۲۹ عدد در هر هزار نفر از کل جمعیت این کشور است و کمترین میزان توسعه یافتگی را کشور اوگاندا با تعداد ۳ خط تلفن اصلی در هر هزار نفر به خود اختصاص داده است.

شاخص بعدی تعداد مشترکین تلفن همراه است که تا سال ۱۹۹۰ پیشرفت بسیار کمی در کشورهای در حال توسعه داشته است و میانگین استفاده‌کنندگان در این کشورها صفر نفر در هر هزار نفر بوده که آمار بسیار پایینی است. اما با توسعه این کشورها و گسترش روزافزون فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهان، این کشورها نیز رشد چشمگیری در این زمینه داشته‌اند و تعداد مشترکین تلفن همراه در این کشورها در سال ۲۰۰۴ به ۲۲۰ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر افزایش یافته است. که در این بین کشور جامائیکا با تعداد ۸۳۲ مشترک تلفن همراه در هر هزار نفر و میانمار با ۲ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین پیشرفت را در این زمینه داشته‌اند.

براساس آمار منتشر شده سازمان ملل، میزان مخارج تحقیق و توسعه در کشورهای در حال توسعه بسیار پایین است و میانگین این مخارج در بین این کشورها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ بسیار ناچیز و تقریباً صفر درصد از GDP این کشورها بوده است. کشور فدراتیو روسیه و چین با مخارج ۱/۳ درصد از GDP بیشترین آمار را در این زمینه داشته است. میانگین تعداد محققان و دانشمندان در کشورهای در حال توسعه تقریباً ۵۷/۹ میلیون نفر در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ بوده است.

۵. معرفی داده‌ها، اطلاعات آماری، مدل و تخمین مدل

۵-۱. معرفی داده‌ها، اطلاعات آماری و مدل

نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در تحلیل و بررسی عوامل تأثیرگذار بر توسعه سرمایه انسانی تبیین شد. از میان متغیرهای مختلف اقتصادی و غیراقتصادی تأثیرگذار بر توسعه سرمایه انسانی براساس مطالعات انجام شده قبلی^۱ می‌توان علاوه بر شاخص پیشرفت فناوری، به GDP سرانه و باز بودن اقتصاد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اشاره کرد. براساس مطالعات تجربی اشاره شده در بخش‌های قبلی و مطالعات انجام شده قبلی و مبانی نظری ارائه شده، به‌منظور

^۱ Balamoune (2002), and Wilson, and Rodriguez (1999)

بررسی اثرهای فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه از الگوی زیر استفاده می‌شود:^۱

$$LEN_{it} = \alpha LITP_{it} + \beta LGDP_{it} + \lambda Z_i + U_{it} \quad (3)$$

EN_{it} نرخ رشد ثابت نام کنندگان مقاطع پیش دبستان، دبستان، راهنمایی و دبیرستان است و به‌عنوان شاخص توسعه سرمایه انسانی در نظر گرفته شده است. ITP_{it} نرخ رشد شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات که ترکیبی از سه متغیر تعداد کاربران اینترنت، تعداد رایانه‌های شخصی و ضریب نفوذ تلفن است. GDP_{it} نشان‌دهنده نرخ رشد GDP سرانه در هر کشور است. Z_i متغیر کنترلی در این مدل است و می‌تواند شامل سایر عوامل تأثیرگذار بر توسعه سرمایه انسانی باشد که در این مدل براساس مطالعات انجام شده قبلی^۲ دو متغیر بازبودن اقتصاد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌دلیل نقشی که در توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و در نتیجه توسعه سرمایه انسانی داشتند، انتخاب شدند. OPN_{it} شاخصی است که نشان‌دهنده نرخ رشد درجه باز بودن اقتصاد است و از تقسیم مجموع ارزش صادرات و واردات به GDP به‌دست می‌آید. FDI_{it} نشان‌دهنده نرخ رشد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است. U_{it} جزء اخلاص مدل است و L نماد لگاریتم طبیعی است.

به‌منظور تخمین و برآورد مدل بالا از آمار سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۵ استفاده می‌شود. دلیل انتخاب این دوره در دسترس بودن داده‌ها و آمار برای تمام کشورهای مورد بررسی در این فاصله زمانی بود. برای تخمین الگوی بالا نیازمند گردآوری اطلاعات و آمار متغیرهای این الگو برای کشورهای در حال توسعه هستیم، متغیر وابسته در این مدل توسعه سرمایه انسانی است که در این تحقیق از شاخص‌های توسعه سرمایه انسانی که سازمان ملل آن را منتشر کرده است استفاده شده است. متغیری که در این مدل به‌عنوان شاخص توسعه سرمایه انسانی در نظر گرفته شده نرخ ناخالص ثابت نام در دوره پیش دبستانی، دبستانی، راهنمایی و متوسطه است.

آمار و اطلاعات مربوط به شاخص توسعه سرمایه انسانی در این تحقیق از شاخص‌های توسعه بانک جهانی^۳ (۲۰۰۴) و سازمان ملل^۴ گردآوری شده است. استفاده از نرخ ثابت نام دانش‌آموزان در مقاطع مختلف تحصیلی به‌عنوان شاخص توسعه سرمایه انسانی در تحقیقات زیادی به‌چشم می‌خورد. برای مثال منکیو، رومر و ویل^۵ (۱۹۹۲) از نرخ ثابت نام مقطع متوسطه

^۱ OECD (2000)

^۲ Balamoune (2002), and Wilson, and Rodriguez (1999)

^۳ World Development Indicator

^۴ United Nation

^۵ Mankiw, Romer, and Weil

به‌عنوان جانشین متغیر سرمایه انسانی استفاده کردند. جمل^۱ (۱۹۹۶) مدلی بسیار شبیه به مدل رومر را با داده‌های مقطعی برای کشورهای توسعه یافته^۲ و کشورهای کمتر توسعه یافته^۳ برای دوره ۱۹۲۰-۱۹۸۵ تخمین زد. او همانند منکیو، رومر و ویل از نرخ ثابت نام دانش‌آموزان به‌عنوان متغیر جانشین سرمایه انسانی استفاده کرد. در تحقیق حاضر نیز از نرخ‌های مرکب ثبت نام در مقاطع مختلف آموزشی به‌عنوان شاخص توسعه سرمایه انسانی استفاده شده است.

اولین متغیر توضیحی این مدل، شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ITP) است که ترکیبی از سه متغیر تعداد رایانه‌های شخصی، تعداد کاربران اینترنت و ضریب نفوذ تلفن است. این متغیر را ویلسون و رودریگز^۴ (۱۹۹۹) نیز به‌عنوان شاخص سنجش میزان دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات تعریف کرده‌اند. اولین متغیر استفاده شده در این شاخص نرخ یا ضریب نفوذ تلفن است که براساس تعریف اتحادیه بین‌المللی مخابرات^۵ این شاخص از تقسیم تعداد خطوط اصلی تلفن به جمعیت کل هر کشور به‌دست می‌آید که معمولاً برحسب هزار نفر محاسبه می‌شود. آمار و اطلاعات این متغیر برای تمام کشورهای مورد مطالعه از ITU و بانک جهانی گردآوری شده‌اند. متغیر بعدی تعداد کاربران اینترنتی و تعداد رایانه‌های شخصی نصب شده در کشورهای مورد بررسی هستند که آمار مربوط به این متغیرها نیز از مراجع آماری ذکر شده در بالا به‌دست آمده است.

متغیر بعدی که در مدل لحاظ شده است نرخ رشد GDP سرانه است. میزان GDP سرانه یکی از عوامل تأثیرگذار بر توسعه سرمایه انسانی است. بالیامونه^۶ (۲۰۰۲) نیز برای بررسی و تبیین نقش نفوذ ICT در کشورهای در حال توسعه و با الهام از مدل گمپرتز^۷ نیز از این متغیر به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر IT و سرمایه انسانی استفاده کرده است. آمار و ارقام مربوط به این متغیر از داده‌های بانک جهانی گردآوری شده است.

در کنار ظرفیت‌های موجود در هر کشور برای گسترش سرمایه انسانی، توسعه سرمایه انسانی در یک کشور در معرض ایده‌هایی که در کشورهای توسعه یافته است نیز قرار دارد. توسعه سرمایه انسانی می‌تواند از کانال‌هایی مانند تجارت بین‌المللی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، خرید انحصاری اطلاعات و اختراعات و مجوزهای همکاری بین‌المللی

^۱ Gemmell

^۲ Organization for Economic Cooperation and Development

^۳ Less Developed Countries

^۴ Wilson, and Rodriguez

^۵ International Telecommunication Union

^۶ Balamoune

^۷ Gompertz

تحقیقاتی قرار گیرد که در این مطالعه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و میزان باز بودن اقتصاد متغیرهایی هستند که برای بررسی میزان تأثیرشان بر توسعه سرمایه انسانی به مدل اضافه شده است. آمار مربوط به این متغیرها نیز از بانک جهانی گردآوری شده است.

۵-۲. تخمین مدل

بعد از معرفی متغیرهای توضیحی مدل، ۵۴ کشوری^۱ که براساس تقسیم‌بندی بانک جهانی در زمره کشورهای در حال توسعه قرار می‌گیرند، برای تخمین و برآورد مدل انتخاب شدند. با گردآوری آمار به‌منظور تخمین مدل، لازم بود تا نوع روش تخمین داده‌های پنل تعیین شود.

بنابراین، ابتدا برای تعیین وجود (یا نبود) عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از کشورها از آماره F استفاده شد. با توجه به اینکه مقدار F محاسبه شده برابر با ۹/۰۸۹ است و از F جدول (۱/۵۲) بزرگ‌تر است فرضیه صفر (یعنی حداقل مربعات معمولی) با سطح احتمال استاندارد ۵ درصد رد می‌شود و باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد مدل لحاظ نمود. سپس، برای آزمون اینکه مدل با بهره‌گیری از روش اثرهای ثابت یا اثرهای تصادفی برآورد گردد، از آزمون هاسمن^۲ (۱۹۸۰) استفاده شد. با استفاده نرم‌افزارهای Eviews و Excel، آماره کای - دو در حدود ۱۴۶/۵۵ به دست آمد که با توجه به آماره جدول (۱۴/۸۶۰) در سطح احتمال استاندارد ۵ درصد فرضیه صفر تحقیق مبنی بر استفاده از روش اثرهای تصادفی رد و روش اثرهای ثابت برای تخمین مدل انتخاب گردید.^۳

برای اطمینان از نتایج به دست آمده، مدل تحقیق با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته^۴ نیز تخمین زده شد. زیرا روش GMM مشکل درون‌زایی متغیرهای توضیحی را رفع می‌نماید و نتایج بهتری به دست می‌دهد.^۵ در این روش از محدودیت گشتاوری خطی برای دست یافتن به تخمین‌های سازگار استفاده می‌شود و بر این اساس با در نظر گرفتن مفروضاتی چون عدم همبستگی جمله خطا با متغیرهای توضیحی و نبود خود همبستگی در خطاها، بردار

^۱ کشورها عبارتند از: آلبانی، الجزایر، آنگولا، ارمنستان، آذربایجان، بلاروس، بولیوی، بوسنی و هرزگوین، برزیل، بلغارستان، کیپ‌ورد، چین، کلمبیا، کوبا، جی‌بوتی، جمهوری دومینیکن، اکوادور، جمهوری عربی مصر، السالوادور، فیجی، گرجستان، گویان، هندوراس، اندونزی، جمهوری اسلامی ایران، عراق، جامائیکا، اردن، قزاقستان، کریباتی، مقدونیه، مالدیو، جزایر مارشال، جزایر میکرونزی، مراکش، نامیبیا، پاراگوئه، پرو، فیلیپین، رومانی، ساموآ، صربستان، سری‌لانکا، سورینام، سوازیلند، جمهوری عربی سوریه، تایلند، تونگا، تونس، ترکمنستان، اوکراین، وانواتا.

^۲ Hausman Test

^۳ برای اطلاعات تفصیلی از نحوه محاسبات به پیوست ۱ مراجعه شود.

^۴ Generalized Method of Moments (GMM)

^۵ Greene (1997)

ضرایب را با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته که یک برآوردگر متغیر ابزاری است برآورد می‌شود (هنگام تخمین مجموعه ابزارهایی که در تخمین مورد استفاده قرار خواهند گرفت، شامل وقفه‌های اول متغیرهای توضیحی است). نتایج حاصل از دو گروه تخمین زننده با اثرهای ثابت و گشتاورهای تعمیم یافته در جدول ۱ گزارش می‌شود.

جدول ۱. فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی
(متغیر وابسته: سرمایه انسانی (نرخ ثبت نام ناخالص))

متغیرهای توضیحی	روش اثرات ثابت			روش GMM		
	ضرایب	آماره t	احتمال	ضرایب	آماره t	احتمال
ضریب ثابت (C)	۲/۳۳۴۷	۱۰/۶۶۷۲	۰/۰۰۱	۱/۴۲۳	۴/۲۵	۰/۰۰
لگاریتم شاخص پیشرفت فناوری (ITP)	۰/۱۱۲	۳/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۱۵	۲/۹۰	۰/۰۰۹
لگاریتم GDP سرانه	۰/۲۳	۲/۴۰	۰/۰۱۷	۰/۱۸	۲/۰۱	۰/۰۳۵
لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد (OPN)	۰/۰۵۴۸	۲/۵۰	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۱/۶۵	۰/۰۹۱
لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)	۰/۰۶۱	۲/۳۸	۰/۰۲۸	۰/۰۵۵	۲/۲۳	۰/۰۲۹
R^2	۰/۸۹					
R^2 تعدیل شده	۰/۸۲					
آماره دوربین - واتسون	۲/۰۷					
آماره F	۲۲۱/۸۳					
آزمون سارجن	-			۵۵/۳۸		
آزمون Wald	-			۲/۶۵		
تعداد مشاهدات	۵۵۶			۴۸۰		

همان‌گونه که از نتایج تخمین و برآورد الگو به روش اثرهای ثابت، مشخص است تمام متغیرهای توضیحی مدل دارای ضرایب مثبت و مورد انتظار هستند. با توجه به ضریب به‌دست آمده برای متغیر شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات تأثیر این متغیر بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه در دوره مورد بررسی مثبت است. ضریب متغیر شاخص پیشرفت فناوری برابر با ۰/۱۱۲ و از لحاظ آماری نیز در سطح استاندارد ۵ درصد معنادار است و

نشان‌دهنده این است که کشش توسعه سرمایه انسانی به شاخص پیشرفت فناوری در کشورهای در حال توسعه برابر با ۰/۱۱۲ است. اگر فناوری اطلاعات و ارتباطات به اندازه یک درصد در این کشورها افزایش یابد، سرمایه انسانی به اندازه ۱۱ درصد افزایش می‌یابد. براساس این نتیجه به‌دست آمده و علامت ضریب این متغیر (ITP)، فرضیه این تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه تأیید می‌گردد. این موضوع با توجه به روند پیشرفت و توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و جهانی شدن آن قابل توجه است. نتیجه این مطالعه با مطالعات الیس و روبرت^۱ (۲۰۰۰) و چنلز و رینن^۲ (۱۹۹۹) نیز سازگار است.

متغیر بعدی لحاظ شده در مدل نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه هر کشور است که در سطح احتمال استاندارد ۵ درصد معنادار است و با توجه به اینکه مدل به‌صورت لگاریتمی برآورد شده است ضریب ۲۳ درصد به‌دست آمده برای این متغیر نشان‌دهنده این است که اگر میزان تولید ناخالص داخلی سرانه در هر کشور به میزان ۱ درصد افزایش یابد، نرخ ثبت نام در این کشورها که نشان‌دهنده سرمایه انسانی در آنهاست ۲۳ درصد افزایش می‌یابد.

متغیر بعدی نرخ رشد میزان باز بودن اقتصاد است که دارای اثری مثبت بر توسعه انسانی در کشورهای در حال توسعه است و ضریب آن برابر با ۰/۰۶۴ است و از لحاظ آماری نیز در سطح استاندارد معنادار است. فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند از طریق صادرات و واردات نیز نفوذ کند و هر چه یک کشور از نظر اقتصادی باز باشد بیشتر در معرض نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات قرار خواهد گرفت. حال با توجه به اینکه اثر مثبت فناوری اطلاعات بر توسعه سرمایه انسانی در این کشورها تأیید شد می‌توان نتیجه گرفت که باز بودن اقتصاد از طریق ایجاد زمینه توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند زمینه را برای شکوفایی و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه فراهم کند.

ضریب متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برابر با ۰/۰۶۱ است که حاکی از تأثیر مثبت این متغیر بر گسترش و توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه است و از لحاظ آماری نیز در سطح بالایی معنادار است. با توجه به بحث جهانی شدن و اینکه کشورها در حال تبدیل شدن به یک دهکده جهانی هستند، کشورها می‌توانند با فراهم آوردن شرایط انتقال و ورود فناوری روز دنیا در تمام زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی خودشان از جمله استفاده از بهترین پیشرفت‌ها و فناوری‌ها در بخش آموزش نیروی انسانی، بر توسعه سرمایه انسانی در این کشورها تأثیر داشته باشند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی یکی از مهم‌ترین کانال‌های انتقال فناوری در کشورهای

¹ Ellis, and Roberts

² Chennells, and Reenen

توسعه یافته شناخته می‌شود و در توسعه سرمایه انسانی در این کشورها نقش ارزنده دارد. تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه نیز تأیید شد. برای اینکه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بتواند بر توسعه سرمایه انسانی در این کشورها تأثیرگذارتر باشد، باید نظام اجتماعی و اقتصادی سازگار، و پیش‌نیازها مهیا باشند که این شرایط در اغلب کشورهای در حال توسعه یا وجود ندارد یا اخیراً در حال ایجاد است.

نتایج کلی تخمین حکایت از این دارد که ضریب شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات و ضرایب سایر متغیرهای توضیحی مدل، از علایم سازگار با تئوری (نظریه) برخوردار بوده و از لحاظ آماری نیز در سطح بالایی معنادار هستند، R^2 مدل نیز ۸۹ درصد است و نشان‌دهنده این است که ۷۹ درصد از تغییرات سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه در دوره مورد بررسی مربوط به متغیرهای ذکر شده در مدل است، مقدار آماره دوربین - واتسون در این مدل ۲/۰۷ است و نشان‌دهنده عدم خودهمبستگی بین متغیرهاست که معمولاً در داده‌های پنل این مشکل وجود ندارد، میزان آماره F معادل ۲۲۱/۸۳ و از نظر آماری معنادار است.

اکنون به تحلیل نتایج حاصل از روش GMM پرداخته می‌شود. براساس نتایج آزمون والد که از توزیع χ^2 که با درجات آزادی معادل تعداد متغیرهای توضیحی منهای جزء ثابت برخوردار هستند، فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن تمام ضرایب در سطح معناداری ۱ درصد رد می‌شود. در نتیجه اعتبار ضرایب برآوردی تأیید می‌شود. آماره‌های آزمون سارجن نیز که از توزیع χ^2 با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد مشخص برخوردار هستند، آزمون صفر مبنی بر همبسته بودن پسماندها با متغیرهای ابزاری را رد می‌کند. در نتیجه اعتبار نتایج برای تفسیر تأیید می‌شوند. همان‌طور که مشاهده می‌شود تمام ضرایب حاصل از این برآورد (به‌جز درجه باز بودن اقتصاد) همگی از لحاظ آماری در سطح بالایی معنادار و با نظریه‌های اقتصادی نیز سازگار هستند. با استفاده از نتایج حاصل از تخمین به روش GMM نتایج به‌دست آمده توسط برآوردگر اثرهای ثابت نیز تأیید می‌شوند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۶-۱. نتیجه‌گیری

ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) می‌تواند بر توسعه سرمایه انسانی، رشد و توسعه اقتصادی تأثیر داشته باشد. تبیین اثر فناوری اطلاعات بر توسعه سرمایه انسانی از طریق تأثیر بر کیفیت انتقال فناوری اطلاعات و افزایش تعداد استفاده‌کنندگان از این فناوری نشان داده شده است. هدف این مطالعه بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه است. نتایج حاصل از تخمین الگوی ذکر

شده در این مطالعه که با استفاده از مدل‌های پنل استاتیک و پویا و با تکیه بر تخمین زنده‌های اثرهای ثابت و GMM انجام شد نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه انسانی کشورهای در حال توسعه تأثیر مثبت و معنادار داشته است.

همان‌طور که از ضرایب برآورد شده مشخص است ضریب شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات در این مدل و دوره مورد بررسی برای کشورهای در حال توسعه مثبت و از لحاظ آماری نیز در سطح بالایی معنادار هستند. براساس نتایج به دست آمده تولید ناخالص سرانه و باز بودن اقتصاد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز از عوامل تأثیرگذار بر توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه به‌شمار می‌روند.

آنچه از اطلاعات به دست آمده در مطالعه حاضر استنتاج می‌گردد این واقعیت است که به‌طور کلی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توسعه انسانی در این کشورها تأثیر مثبت دارد اما این کشورها از لحاظ برخورداری از این فناوری و دستیابی به آن براساس آمار منتشر شده سازمان‌های معتبر بین‌المللی نظیر یونسکو و سازمان ملل در رده‌های پایین جهانی قرار دارند و سهم کشورهای در حال توسعه در زمینه توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و به تبع آن بهره‌مندی از مزایای این فناوری در مقایسه با پتانسیل (توانایی بالقوه) موجود در این کشورها بسیار ناچیز است و سهم بسیار ناچیزی از GDP جهان و تجارت جهانی را در اختیار دارند. بنابراین آنچه از اهمیت بالایی برخوردار است تلاش این کشورها برای رسیدن به جایگاه مطلوب در اقتصاد جهانی و برخورداری از این تکنولوژی (فناوری) و رسیدن به جایگاه مطلوب جهانی از نظر دستیابی به این فناوری است. از آنجا که براساس یافته‌های حاصل از این تحقیق فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند نقش اساسی به‌عنوان ابزار توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه داشته باشد، بنابراین لازم است این کشورها در جهت ارتقای توسعه انسانی خود سطح به‌کارگیری این فناوری را افزایش دهند.

۶-۲. پیشنهادها

به‌منظور تحقق این هدف، براساس مطالعه ادبیات موضوع توسط نگارندگان، پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- همان‌طور که براساس آمار منتشر شده از سازمان ملل مشاهده شد، میزان مخارج آموزشی که یکی از شاخص‌های سرمایه انسانی است رقم بسیار پایینی است و با توجه به اینکه در دنیای امروز سرمایه‌های انسانی یک کشور نسبت به سرمایه‌های فیزیکی نقش بسیار تأثیرگذاری در پیشرفت آن کشور دارند بنابراین، کشورهای در حال توسعه باید توجه و اهتمام بیشتری به این موضوع داشته باشند.

با توجه به یافته‌های این تحقیق، تأثیر آموزش و گسترش اطلاعات بر بهبود توسعه سرمایه انسانی در کشورهای در حال توسعه تأیید شد، از این رو این کشورها باید برای تحقق توسعه سرمایه انسانی خود ICT را در دبستان‌های خود پیاده کنند تا نسل جدید که بعدها وارد بازار کار می‌شوند نسبت به تحولات جهانی فناوری بیگانه نباشند و این بزرگ‌ترین کاری است که دولت‌ها می‌توانند در برنامه بلندمدت انجام دهند و همچنین در برنامه کوتاه‌مدت، با دادن اطلاعات به سازمان‌ها و ادارات به توسعه IT و در نتیجه توسعه سرمایه انسانی کمک کنند.

آموزش و پژوهش در ICT باید در کشورهای در حال توسعه جزء کارهای بسیار اساسی تلقی شود. رشته‌های رایانه و ICT در این کشورها توسعه لازم را بیابند. با توجه به اینکه در حال حاضر کشورهای در حال توسعه نیاز شدیدی به جذب نیروهای کارآمد در زمینه ICT دارند، بسیاری از متخصصان این رشته، به دلیل حقوق بالا در خارج از کشور جذب شرکت‌های خارجی می‌شوند. بنابراین این کشورها باید چند برابر نیاز خود نیرو تربیت کنند تا پس از ریزش آن و مهاجرت آنها، بتوانند به اندازه کافی مهندسان ICT در اختیار داشته باشند.

مآخذ

تارو، لستر، ۱۳۷۲: رویارویی بزرگ: نبرد اقتصادی آینده ژاپن، امریکا و اروپا، ترجمه عزیز کیاوند، نشر دیدار، تهران.

ستاریفر، محمد، ۱۳۷۴: درآمدی بر سرمایه و توسعه، تهران، دانشگاه علامه طباطبایی.

ناجی میدانی، علی اکبر، ۱۳۸۲: آثار جهانی شدن اقتصاد بر رشد، اشتغال و توزیع درآمد در ایران، (پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس).

African Information Society Initiative (AISI), 2006: *The African Information Society Initiative: Overview*, (<http://www.uneca.org/aisi>).

Arrow, K., 1962: The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies*, 29:2, 73-155.

Autor, D., Katz, L., & A. Krueger, 1997: *Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?*, NBER Working Paper, 5956.

Baliamoune, M., 2002: *The New Economy and Developing Countries: Assessing the Role of ICT Diffusion*, United Nation University, WIDER Discussion Paper, 77.

Bartel, A., & N. Sicherman, 1998: Technological Change and the Skill Acquisition of Young Workers, *Journal of Labor Economics*, 16:4, 718-755.

Brown, K., & K. Ford, 2002: *Using Computer Technology in Training, Building and Infrastructure for Active Learning, Creating, Implementing, and Managing Effective Training and Development: State of the Art Lessons for Practice*, Sanfrancisco: Jossey-Bass.

Canning, D., 1999: *Telecommunication, Information Technology and Development*, CAER Discussion Paper.

Chennells, L., & J. Reenen, 1999: *Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An Econometric Survey of the Effects of Technical Change on the Structure of Pay and Jobs*, The Institute for Fiscal Studies, Working paper.

Ellis, H., & J. Roberts, 2000: *Twin Engines of Growth*, CIAR Meetings.

Gemmell, N., 1996: Evaluating the Impacts of Human Capital Stocks and Accumulation on Economic Growth: Some New Evidence, *Oxf Bull Econ Stat*, 58:1, 9-28

Greene, W., 1997: *Econometric Analysis*, Third edition, Upper Saddle River, London, Prentice Hall.

Hall, J., Rhodes, V., & M. Cox, 2002: *The Use of Computer Assisted Learning in Primary Schools: Some Factors Affecting the Uptake*, Educational Computing Unit, King's College, University of London.

- Hertog, J., & E. Huizenga, 2000: *The Knowledge Enterprise*, Imperial College Press, 53.
- ITU, 2001: *Yearbook of Telecommunication Service*, Statistics of International Telecommunication Union.
- ITU, 2006: *Internet Indicators: Hosts, Users and Number of PCs*, International Telecommunication Union.
- ITU, 2006: *World Telecommunication Indicators*, International Telecommunication Union.
- Kim, Y., & J. Lee, 1999: *Technological Change, Investment in Human Capital and Economic Growth*, CID Working Paper 29.
- Knowles, M., 1980: *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy*, Chicago: Follett.
- Li-Jusu, T., 1999: *Investments in Innovation and Human Capital*, Autonomo de Mexico: Instituto Tecnológico.
- Lucas, R., 1988: On the Mechanism of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Mankiw, N., Romer, D., & D. Weil, 1992: A Contribution to the Empirics of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 107:2, 407-437.
- Nelson, R., & E. Phelps, 1966: Investment in Humans, Technology Diffusion and Economic Growth, *American Economic Review*, 61, 69-75.
- Romer, P., 1990: Endogenous Technological Change, *Journal of political Economy*, 98, 71-101.
- Sanders, M., & B. Weel, 2000: *Skill-Biased Technical Change: Theoretical Concepts, Empirical Problems and Survey of the Evidence*, DRUID Conference, Copenhagen, Denmark, 6-8 January 2000.
- Schultz, T., 1961: Investment in Human Capital, *American Economic Review*, March, 1-17.
- Stokey, N., 1991: Human Capital, Product Quality and Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 106, 587-616.
- UNESCO: *Institute for Statistics Global Education Digest*, 2006: (<http://www.Uis.unesco.org/en/stats.htm>).
- UNESCO and AED, *Technologies for Education: Potentials, Parameters, and Prospects*, (<http://www.TechKnowLogia.org>).
- Wilson, E., & F. Rodriguez, 1999: *Are Poor Countries Losing The Internet Revolution?*, Report Prepared for Info Dev, Washington, D.C.
- World Bank, 2004: *World Development Indicator*.

World Information Technology Services Alliance, 2006: *Digital Planet 2006*, WITSA.

Young, A., 1995: Invention and Bounded Learning by Doing, *Journal of Political Economy*, 101, 442-473.

Zuber, J., 2003: *Theology, Terming and Development: An Exploratory Study of International Information Communication Technology (ICT) Development Programs*, The Degree of Doctoral of Philosopgy in Economic In International Training and Education, Faculty of Arts and Science of American University, Washington, D. C.



پیوست ا: نتایج آزمون‌های مدل

۱. آزمون F:

برای تعیین وجود (یا نبود) عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از کشورها از آماره F به صورت زیر استفاده می‌شود. فرضیه صفر بیان می‌کند که α_i برای تمام بنگاه‌ها ثابت است و می‌توان روش OLS را به کار برد:

$$\begin{cases} H_0: \alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_n = \alpha \\ H_1: \alpha_i \neq \alpha_j \end{cases}$$

$$F(n-1, nt-n-k) = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/(n-1)}{RSS_R/(nt-n-k)}$$

در رابطه بالا، UR مشخص‌کننده مدل غیرمقید و علامت R، نشان‌دهنده مدل مقید با یک عبارت ثابت برای تمامی گروه‌هاست. k ، تعداد متغیرهای توضیحی لحاظ شده در مدل، n تعداد کشورها، و $N = nt$ تعداد کل مشاهدات و t دوره زمانی موردنظر است. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $(n-1)$ و $(nt-n-k)$ بزرگ‌تر باشد آنگاه فرضیه صفر رد می‌شود و بنابراین رگرسیون مقید دارای اعتبار نیست و باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ نمود. آماره F مدل مورد نظر در این مطالعه برای رگرسیون غیرمقید و مقید (به ترتیب اثرهای ثابت و حداقل مربعات معمولی) به شرح زیر است:

$$\frac{(RSS_R - RSS_{UR})/(n-1)}{RSS_R/(nt-n-k)} = \frac{(6356333 - 255370.7)/53}{6356333/498} = 9.089$$

$$F(53, 498) = 9/0.89$$

از آنجایی که F با درجه آزادی ۵۳ و ۴۹۸ در سطح احتمال ۹۵ درصد تقریباً برابر ۹/۰۸۹ است و با توجه به اینکه F جدول در $\alpha = 0/005$ تقریباً برابر با ۱/۵۲ است، بنابراین فرضیه H_0 در سطح احتمال بالاتر از ۹۹ درصد رد شده و اثرهای گروه پذیرفته می‌شود و باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ نمود.

۲. آزمون هاسمن: انتخاب بین اثرهای ثابت یا تصادفی^۱

اگر بعد از انجام دادن آزمون F فرضیه H_0 در مقابل H_1 رد شده باشد، اکنون این پرسش مطرح است که مشخص‌نمایی درست کدام است؟ و مدل در قالب کدام یک از مدل‌های اثرهای ثابت^۲ و اثرهای تصادفی^۳ قابل بیان و بررسی است.

برای آزمون اینکه مدل با بهره‌گیری از روش اثرهای ثابت یا تصادفی برآورد گردد، از آزمون هاسمن به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$\begin{cases} H_0: \text{Random Effects} \\ H_1: \text{Fixed Effects} \end{cases}$$

^۱ Fumio, (2000)

^۲ Fixed Effects

^۳ Random Effects

$$H \equiv n \hat{q}' (A \text{var}(\hat{q}))^{-1} \hat{q}$$

که در آن: \hat{q} تفاضل ضرایب برآورد شده برای متغیرهای توضیحی لحاظ شده در روش اثرهای ثابت و تصادفی، $(\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})$ ، $A \text{var}(\hat{q})$ واریانس مجانبی \hat{q} ، n تعداد مشاهدات فرضیه صفر این است که تخمین‌زن‌های مدل اثرهای تصادفی و اثرهای ثابت به‌طور اساسی تفاوتی با یکدیگر ندارند. اگر فرضیه صفر رد شود نتیجه می‌گیریم که روش اثرهای تصادفی مناسب نیست و بهتر است از روش اثرهای ثابت استفاده کنیم، آماره هاسمن دارای توزیع کای - دو با درجه آزادی برابر تعداد ضرایب تخمین زده شده در مدل است. اگر آماره محاسبه شده در سطح احتمال معین از توزیع کای - دو جدول بزرگ‌تر باشد، در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود.

$$\hat{q} = \hat{q}_{fix} - \hat{q}_{random} = \begin{bmatrix} .112945 \\ .236917 \\ .054853 \\ .061754 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} .084506 \\ .104407 \\ .031806 \\ .028585 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .028439 \\ .132510 \\ .023047 \\ .033169 \end{bmatrix}$$

$$A \text{var}(\hat{q})^{-1} = \left[(\text{VAR} - \text{COV})_{fix} - (\text{VAR} - \text{COV})_{random} \right]^{-1} = \begin{bmatrix} 1.25969\text{E}+12 & 16571.7626 & 2.05788\text{E}+11 & -186173.4782 \\ 16571.7626 & 0.000197349 & 17381.85331 & -0.001711702 \\ 2.05788\text{E}+11 & 17381.85331 & -4.50281\text{E}+12 & 25176.30987 \\ -186173.4782 & -0.001711702 & 25176.30987 & -0.105930965 \end{bmatrix}$$

$$H = 54 * [0.28439 \quad 0.132510 \quad 0.023047 \quad 0.033169] \begin{bmatrix} 1.25969\text{E}+12 & 16571.7626 & 2.05788\text{E}+11 & -186173.4782 & 0.00000275 \\ 16571.7626 & 0.000197349 & 17381.85331 & -0.001711702 & 329.1255 \\ 2.05788\text{E}+11 & 17381.85331 & -4.50281\text{E}+12 & 25176.30987 & 0.00000066 \\ -186173.4782 & -0.001711702 & 25176.30987 & -0.105930965 & 0.766766 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} .028439 \\ .132510 \\ .023047 \\ .033169 \end{bmatrix} = [146.55]$$

آماره کای دو برابر با $146/55$ است و با توجه به اینکه مقدار این آماره از آماره جدول که با $\alpha = 0/005$ برابر با $14/860$ است، بزرگ‌تر بوده و بنابراین فرضیه صفر در سطح احتمال استاندارد ۵ درصد رد و در نتیجه استفاده از روش اثرهای تصادفی رد و استفاده از روش اثرهای ثابت برای تخمین مدل پذیرفته می‌شود.

پیوست ۲: تخمین مدل به روش اثرهای ثابت

Dependent Variable: LEN?
 Method: Pooled Least Squares
 Date: 10/03/07 Time: 03:46
 Sample (adjusted): 1990 2005
 Included observations: 12 after adjustments
 Cross-sections included: 54
 Total pool (unbalanced) observations: 556
 White cross-section standard errors & covariance (d.f. corrected)
 Cross sections without valid observations dropped

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.334764	0.218873	10.66720	0.001
LITP?	0.112945	0.037007	3.051990	0.003
LGDP?	0.236917	0.098577	2.403378	0.017
LOPN?	0.054853	0.021917	2.502760	0.011
LFDI?	0.061754	0.025921	2.382392	0.028
Fixed Effects (Cross)				
_ALB--C	53.12629			
_DZA--C	-27.47192			
_AGO--C	-146.2599			
_ARM--C	-52.48005			
_AZE--C	4.960735			
_BOL--C	87.82160			
_BRA--C	138.2403			
_BGR--C	-8.699402			
_CPV--C	-19.47058			
_CHN--C	6.087427			
_COL--C	11.02806			
_CUB--C	128.8952			
_DJI--C	-116.5177			
_DOM--C	6.569719			
_ECU--C	34.75512			
_EGY--C	6.821525			
_SLV--C	20.03455			
_FJI--C	-71.24111			
_GEO--C	36.25737			
_GTM--C	8.412967			
_GUY--C	101.7346			
_HND--C	-60.25767			
_IDN--C	-475.4453			
_IRN--C	10.23380			
_JAM--C	27.28059			
_JOR--C	-27.13924			
_KIR--C	48.04586			
_MKD--C	-42.58898			

ادامه پیوست ۲: تخمین مدل به روش اثرهای ثابت

_MDV--C	23.41029		
_MHL--C	-42.26880		
_MAR--C	21.41028		
_NAM--C	-1.969151		
_PRY--C	33.86943		
_PER--C	82.80941		
_PHL--C	31.03028		
_ROM--C	38.40119		
_WSM--C	46.01294		
_YUG--C	-12.29246		
_LKA--C	-0.796263		
_SUR--C	33.01448		
_SWZ--C	-33.63045		
_SYR--C	-45.37493		
_THA--C	53.49861		
_TON--C	20.13620		
_TUN--C	15.62093		
_UKR--C	54.36672		
_VUT--C	9.474929		
_WBG--C	45.86728		
_BIH--C	15.25691		
_TKM--C	4.214051		
_FSM--C	-12.54170		
_IRQ--C	-25.34172		
_BLR--C	5.241708		
_KAZ--C	7.874519		
Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.890050	Mean dependent var	218.8725
Adjusted R-squared	0.828513	S.D. dependent var	73.52529
S.E. of regression	38.30989	Akaike info criterion	10.32799
Sum squared resid	255370.7	Schwarz criterion	11.11502
Log likelihood	-1115.063	F-statistic	221.8386
Durbin-Watson stat	2.074559	Prob(F-statistic)	0.000000