

تأثیر ترکیب سرمایه انسانی بر رشد و همگرایی فناوری کشورهای منتخب توسعه- یافته و در حال توسعه

ابوالفضل شاه‌آبادی*

استادیار اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا همدان، Shahabadia@gmail.com

ندا بهرامی شکیب

کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه پیام نور بابل، shakib_neda@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱/۲۶

چکیده

هدف این مطالعه، بررسی تأثیر ترکیب سرمایه انسانی بر همگرایی فناوری کشورهای منتخب در قالب دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته می‌باشد. این مطالعه با بکارگیری الگوی پنل دیتا (Panel data) و روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) طی دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۰ انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد در گروه کشورهای در حال توسعه شاخص آموزش ابتدایی و متوسطه اثر مثبت و معنادار و شاخص آموزش عالی اثر منفی و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری دارد، در حالی که در گروه کشورهای توسعه یافته شاخص آموزش‌های ابتدایی و متوسطه اثر منفی و معنادار و شاخص آموزش عالی اثر مثبت و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری دارد. همچنین بر اساس نتایج درجه باز بودن اقتصاد و جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت و معنادار بر رشد فناوری در هر دو گروه کشورهای مورد مطالعه دارد. در حالی که نرخ تورم بر رشد فناوری در کشورهای توسعه یافته اثر مثبت و معنادار و بر رشد فناوری کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه اثر منفی و بی‌معنا دارد.

واژه‌های کلیدی: ترکیب سرمایه انسانی، همگرایی، نوآوری، تفکیک آموزشی، فناوری.

طبقه‌بندی JEL: I20, O30, O40

* نویسنده مسئول

۱- مقدمه

طبق تعریف سازمان همکاری اقتصادی توسعه^۱ (OECD)، اقتصاد دانش محور، اقتصادی است که بر اساس تولید، توزیع و کاربرد دانش و اطلاعات شکل گرفته و به سرمایه گذاری در دانش و صنایع دانش محور توجه خاص می شود. چنین سرمایه گذاری عبارت از مجموع هزینه های انجام شده در تحقیق و توسعه، تحصیلات عالی و نرم افزارها است. به عبارت دیگر سرمایه گذاری در دانش، به معنای هزینه فعالیت هایی که سبب ارتقا سطح دانش موجود و یا کسب و اشاعه دانش جدید می شود. به طور کلی در اقتصاد دانش محور، دانش موتور اصلی رشد و ایجاد ثروت است و بیش از عوامل سنتی نظیر نیروی کار و سرمایه فیزیکی موجب تولید می شود. ارزش بسیاری از شرکت های نرم افزاری و فناوری زیستی، نه ناشی از دارایی هایی فیزیکی آنها به صورتی که حسابداران اندازه گیری می کنند، بلکه ناشی از سرمایه های غیر ملموس آنها یعنی دانش و جواز امتیازهای علمی است. به بیان دیگر رهایی از توسعه نیافتگی در گرو دستیابی به رشد و همگرایی فناوری می باشد.

عامل مهم و کلیدی جهت دستیابی به رشد فناوری، در پرورش ظرفیت های انسانی خلاصه می شود؛ لذا پرورش نیروی انسانی فنی تحصیل کرده و آموزش دیده در ارتباط با نیازهای جامعه از مسائل حیاتی عصر حاضر است. با توجه به اینکه، آموزش و تعلیم و تربیت یا سرمایه گذاری در سرمایه انسانی از جمله پیش نیازهای اقتصاد دانش محور است، منابع زیادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه صرف ارتقای منابع انسانی می شود، اما همچنان ترکیب سرمایه انسانی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با هم متفاوت است.

امروزه کشورهای در حال توسعه به دلیل شکاف عظیمی که بین دانش فنی و فناوری آنها با جهان توسعه یافته پدید آمده است. در بسیاری از جهات مجبور به استفاده از فناوری های کشورهای توسعه یافته اند. تنوع ترکیب سرمایه انسانی در هر دو دسته کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه وجود دارد با این حال در کشورهای توسعه یافته شاهد نوآوری و رشد فناوری توسط سرمایه انسانی و در کشورهای در حال توسعه شاهد جذب فناوری وارداتی توسط نیروی کار ماهر می باشیم؛ لذا ذخیره کمتر و اندک این نوع سرمایه تحقق اهداف اقتصادی را ناممکن می سازد. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تفکیک سرمایه انسانی (به

¹ Organisation for Economic Co-operation and Development

سه گروه آموزشی ابتدایی، متوسطه و عالی) بر رشد فناوری ۵۹ کشور منتخب (یک نمونه ۳۴ تایی از کشورهای در حال توسعه بعلاوه یک نمونه ۲۵ تایی از کشورهای توسعه‌یافته) طی دوره زمانی (۱۹۹۵-۲۰۱۰) است. در ادامه مقاله، پس از بررسی ادبیات موضوع و مطالعات تجربی، مدل مربوط ارائه شده و با استفاده از تکنیک‌های متداول اقتصادسنجی اقدام به تخمین و تجزیه و تحلیل نتایج نموده و در نهایت به تفسیر نتایج، جمع‌بندی و ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود.

۲- ادبیات موضوع

از اواخر قرن هجدهم تاکنون همواره سطح استاندارد زندگی مردم و متوسط درآمد واقعی در کشورهای جهان تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته است. برای مثال، متوسط درآمد واقعی کشورهایمانند ایالات متحده، آلمان و ژاپن ۱۰ تا ۲۰ برابر متوسط درآمد واقعی کشورهایی مانند بنگلادش و کنیا است. همچنین تغییرات سریع در متوسط رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در طول نیم قرن گذشته باعث افزایش تفاوت آشکار در متوسط درآمد واقعی و نسبی و توزیع درآمد در بین کشورهای جهان شده است (رومر^۱، ۱۹۹۰).

تا قبل از دهه ۱۹۸۰ علل تفاوت بین رشد اقتصادی کشورها مبتنی بر انباشت سرمایه فیزیکی و نیروی کار و انباشت منابع طبیعی بود. بر این اساس، تئوری‌های رشد نئوکلاسیکی مانند مدل سولو^۲ (۱۹۵۶) پیش‌بینی کردند رشد اقتصادی کشورها در بلندمدت همگرا می‌شوند؛ چون معتقد بودند کشورهای فقیر که سرمایه کمتری دارند با سرعت بیشتری رشد می‌کنند و کشورهای ثروتمند که سرمایه بیشتری دارند با سرعت کمتری رشد می‌کنند و در نهایت اقتصادها همگرا می‌شوند؛ اما در عمل، این همگرایی برای همه کشورها رخ نداد و رشد کشورهایی مثل آمریکای لاتین و اروپای غربی نه تنها به هم نزدیک نشدند، بلکه از هم دور شدند و این مدل‌ها در تدارک چارچوبی برای شکل‌گیری سیاست‌هایی که می‌توانست به کشورهای فقیر برای رقابت با کشورهای ثروتمند کمک کند، ناتوان ماندند و اقتصاددانان متوجه شدند عواملی به غیر از انباشت سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی کشورها اثرگذار باشد؛ لذا مدل‌های رشد اقتصادی به دنبال بررسی عوامل موثر بر عامل پسماند (A) یا بهره‌وری کل عوامل تولید بر آمدند؛ اما الگوهای رشد نئوکلاسیکی از توضیح اساسی‌ترین واقعیت‌های رفتار رشد عاجز می‌باشند. بنابراین در پاسخ به کاستی‌های

¹ Romer

² Solow

الگوهای رشد نئوکلاسیک‌ها، مدل‌های رشد درون‌زا برای تجهیز سیاست‌گذاران به یک چارچوب مناسب‌تر برای تشریح علل واگرایی رشد اقتصادی بین کشورها طراحی گردیدند (شاه آبادی، ۱۳۸۲).

تئوری‌های رشد درون‌زا به دو شاخه تقسیم می‌شوند: (۱) مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه انسانی (تابع استاندارد رشد درون‌زا با الگوی $Y=AK$) که رشد بلندمدت پایدار را به انباشت سرمایه انسانی نسبت می‌دهند. در این الگو (A) عامل فناوری و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، (K) سرمایه فیزیکی و انسانی است. (۲) مدل‌های مبتنی بر R&D که به نام اقتصاد اندیشه‌ها شهرت یافته و معتقد به پیشرفت فناوری از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و خلق اندیشه‌های جدید می‌باشد (رومر، ۱۹۹۰؛ گروسمن و هلیمن^۱، ۱۹۹۱ و آقیون و هویت^۲، ۱۹۹۲). در نظریات رشد درون‌زا به اهمیت سرمایه انسانی در رشد اقتصادی بسیار تاکید شده است به طوری که تفاوت رشد کشورها را به تفاوت نرخ انباشت سرمایه انسانی آن‌ها نسبت می‌دهند. سرمایه انسانی در اقتصاد به دو مفهوم محدود و وسیع استفاده شده است. سرمایه انسانی در مفهوم محدود به معنای تغییر در کیفیت نیروی کار در ازای تغییر در سطح تحصیل و تجربه بوده و در مفهوم وسیع به دانش و انباشت آن در اقتصاد اطلاق می‌شود که با ایجاد صرفه‌جویی‌های خارجی در تولید و از طریق رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بر رشد و همگرایی فناوری تأثیر می‌گذارد (بلوم^۳، ۲۰۰۲).

الگوهای تحقیق و توسعه گسترش یافته توسط رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلیمن (۱۹۹۱) و آقیون و هویت (۱۹۹۲) و دیگر محققان ارائه شده است. به طور کلی در این الگوها فرض می‌شود دو تابع تولید وجود دارد: یک، تابع تولید محصول که از نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و فناوری در تولید استفاده می‌کند و دوم تابع تولید دانش که انباشت دانش را افزایش می‌دهد.

در ادبیات رشد اقتصادی بین سرمایه انسانی و دانش ذهنی تفاوت قائل می‌شوند. سرمایه انسانی در نیروی کار نهفته است، اما فناوری در قالب نیروی کار نمی‌تواند تجسم پیدا کند. با فرض اینکه نیروی کار جزء مشخصه‌های یک اقتصاد به حساب می‌آید، سرمایه انسانی دانش نانوشته یا کدگذاری نشده است. در مقابل، فناوری ماهیت جهانی و فراگیر دارد و در

¹ Grossman and E. Helpman

² Aghion and Hewitt

³ Bloom

یک اقتصاد محصور نیست پس فناوری، دانش کدگذاری شده یا نوشته شده است. تفاوت اصلی الگوی رشد درون‌زا با تأکید بر سرمایه انسانی در مقایسه با الگوی رشد نئوکلاسیکی سولو آن است که در این الگوها، به جای نیروی کار (L) از سرمایه انسانی (H) و کل مقدار خدمات مولد ارائه شده به وسیله نیروی کار با سطوح متفاوت مهارت استفاده می‌کنند. در این الگو مقدار منابعی که به تولید اضافی سرمایه انسانی اختصاص می‌یابد توسط یک تابع تولید (عموماً کاب-داگلاس) مدل‌سازی و غالباً تابعی از تعداد سال‌های تحصیلی نیروی کار در نظر گرفته می‌شود. الگو رشد درون‌زا نشان می‌دهد بدون توجه به وضعیت اولیه اقتصاد، انباشت سرمایه فیزیکی سرانه به ازای هر واحد خدمات نیروی کار موثر (سرمایه انسانی) به سمت نقطه‌ای که در آن نرخ رشد سرمایه فیزیکی سرانه صفر است، همگرایی خواهد داشت. چون تولید سرانه تابعی از سرمایه فیزیکی سرانه برای هر واحد خدمات نیروی کار موثر است، در این حالت k به k^* می‌رسد و اقتصاد روی مسیر رشد متعادل قرار گرفته و با نرخ درون‌زای پیشرفت فنی افزایش می‌یابد. این الگو دلالت‌هایی برای تفاوت درآمد بین کشورها ارائه می‌دهد: اول، شکاف سرمایه انسانی و تفاوت سرمایه فیزیکی. دوم، عامل پیشرفت فنی به صورت نرخ افزایش بهره‌وری نیروی کار است. بنابراین نتیجه‌گیری اساسی الگو آن است که تغییرات در سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی اهمیت غیرقابل انکاری در توضیح مکانیسم رشد اقتصادی دارند، اما تفاوت‌های درآمد واقعی بین کشورها را توضیح نمی‌دهد. به نظر می‌رسد تغییرات در تولید سرانه و عامل پیشرفت فنی به صورت نرخ افزایش بهره‌وری نیروی کار برای مقدار مشخصی از انباشت سرمایه (عم از فیزیکی و انسانی) مهم‌ترین منبع تفاوت‌های درآمدی بین کشورها باشد (شاه آبادی و رحمانی، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰).

۳- مطالعات تجربی

آنگ و همکاران^۱ (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر ترکیب نیروی انسانی بر رشد فناوری ۸۷ کشور جهان (شامل ۲۸ کشور عضو OECD با درآمد بالا، ۳۷ کشور با درآمد متوسط و ۲۲ کشور با درآمد پایین) طی دوره زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۴ پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده بیانگر رابطه مثبت و معنادار بین آموزش عالی و رشد و همگرایی فناوری در کشورهای توسعه یافته و رابطه منفی و معنادار بین آموزش عالی و رشد و همگرایی فناوری در کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه می‌باشد کو و همکاران^۲ (۲۰۰۸-۲۰۰۹) به تحلیل تجربی اثر متغیر

¹ Ang and et al

² Coe and et al

سرمایه انسانی و سرریزهای بین‌المللی تحقیق و توسعه^۱ R&D و همچنین شاخص‌های نهادی بر بهره‌وری کل عوامل ۲۴ کشور توسعه‌یافته طی دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۴ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، کشورهایی که سهولت فعالیت‌های کسب‌وکار و کیفیت نظام دانشگاهی به طور نسبی در آن‌ها بالاتر است، منافع بیشتری از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریزهای R&D بین‌المللی و تشکیل سرمایه انسانی کسب می‌نمایند. حال و جونز^۲ (۱۹۹۸) با استفاده از داده‌های ۱۲۷ کشور به بررسی علت تفاوت فاحش بهره‌وری کل عوامل تولید به ازای هر واحد نیروی کار در بین کشورهای مورد مطالعه پرداخته‌اند. بر اساس نتایج مطالعه بیان می‌دارند دسترسی به امکانات آموزشی^۳ یا سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی می‌تواند تفاوت در رشد بهره‌وری کل عوامل به ازای هر واحد نیروی کار در بین کشورها را توضیح دهد. جاکوبز و تئودر^۴ (۱۹۹۸) با استفاده از شاخص توسعه انسانی به بررسی نقش نیروی انسانی و تحقیق و توسعه^۵ (R&D) بر رشد تولید و تغییرات فناوری کشور هلند طی دوره زمانی ۱۹۶۰-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج بیان داشتند سرمایه انسانی به تنهایی نمی‌تواند رشد بهره‌وری را توجیه نماید و R&D خارجی و سرریز آن دارای اهمیت بیشتری است. افزون بر این، سرمایه انسانی در فرایند جذب و انتشار فناوری نقش مهمی دارد، ولی نوآوری بیش از سرمایه انسانی می‌تواند در رشد اقتصادی نقش داشته باشد.

عرفانی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر فناوری بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته منتخب طی سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۶ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار بین رشد اقتصادی و فناوری کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته منتخب می‌باشد. البته تأثیر فناوری بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته قوی‌تر بوده است. احمدی شادمهری و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی نقش سرمایه انسانی با در نظر گرفتن دو بعد آموزش و سلامت در رشد فناوری اقتصاد ایران برای دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۸۴ پرداختند. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار و نسبت مخارج بهداشتی به تولید ناخالص داخلی (به عنوان جانشین‌های سرمایه انسانی از

^۱ International R&D Spillovers

^۲ Hall and Jones

^۳ Educational attainment

^۴ Jacobs and Theother

^۵ Research and Development

نوع آموزش و سلامت) اثر مثبت و معنی‌دار بر رشد و همگرایی فناوری دارند و هرچقدر درجه توسعه‌یافتگی کشور بیشتر می‌شود همگرایی فناوری با کشورهای توسعه یافته افزایش می‌یابد.

امینی و حجازی آزاد (۱۳۸۷) به بررسی عوامل موثر بر رشد و همگرایی بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران با تاکید بر نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع آموزش، طی دوره زمانی ۱۳۴۷-۱۳۸۷ می‌پردازند. نتایج برآورد الگو نشان می‌دهد در بلندمدت نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی اثرات مثبت و معناداری بر رشد و همگرایی بهره‌وری داشته است.

شاه آبادی (۱۳۸۶) به بررسی تأثیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از کانال تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و سایر عوامل مؤثر بر رشد و همگرایی بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۲ پرداخته است. نتایج برآورد نشان می‌دهد انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی، شدت سرمایه، شاخص باز بودن، ذخایر بین‌المللی، نرخ ارز واقعی، نرخ تورم و متغیرهای موهومی جنگ تحمیلی و انقلاب اسلامی بر همگرایی بهره‌وری کل عوامل تأثیرگذارند. هم چنین کمیجانی و شاه آبادی (۱۳۸۰) به بررسی تأثیر سرریز تحقیق و توسعه شرکای تجاری، انباشت تحقیق و توسعه داخلی بر رشد بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۴۷-۱۳۷۸ پرداخته‌اند. نتایج برآورد نشان می‌دهد سرریز تحقیق و توسعه شرکای تجاری نسبت به انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی تأثیر بیشتری بر رشد بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران دارد.

۴- ارائه مدل

در این بخش با الهام از مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده، پیرامون الگوهای اقتصادسنجی مورد استفاده در پژوهش حاضر به بررسی رابطه بین رشد و همگرایی فناوری و ترکیب سرمایه انسانی به تفکیک سطوح آموزشی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته می‌پردازیم. مدل انتخابی در پژوهش به صورت زیر است:

$$L A_{it} = \beta_1 (A_i/A^{us})_{t-1} + \beta_2 L H_{i,t-1} + \beta_3 L H_{i,t-1} (A_i/A^{us})_{t-1} + \beta_4 L X_{i,t-1} + c_i + t_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

در این مدل i نشان‌دهنده کشور و t زمان است.

LA_{it} : شاخص فناوری

$(A_i/A^{us})_{t-1}$: شاخص همگرایی فناوری

$H_{i,t-1}$: بردار سرمایه انسانی به تفکیک سطوح آموزشی

$H_{i,t-1} * (A_i/A^{us})_{t-1}$: سرمایه انسانی به تفکیک سطوح آموزشی در همگرایی فناوری

$X_{i,t-1}$: بردار متغیرهای کنترل شامل شاخص باز بودن تجاری، جریان ورودی سرمایه-

گذار مستقیم خارجی و نرخ تورم

c_i ، t_t و $\varepsilon_{i,t}$ به ترتیب اثرات ثابت مقطع، اثرات ثابت زمان و جزء خطا

اگر از رابطه فوق یک مرتبه تفاضل گیری کنیم، خواهیم داشت:

$$\Delta L A_{it} = \beta_1 \Delta L (A_i/A^{us})_{t-1} + \beta_2 \Delta L H_{i,t-1} + \beta_3 \Delta L H_{i,t-1} (A_i/A^{us})_{t-1} + \beta_4 \Delta L X_{i,t-1} + \Delta c_i + \Delta t_t + \Delta \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

بردار سرمایه انسانی به ۳ گروه آموزشی ابتدایی، متوسطه و دانشگاهی قابل تفکیک است:

$$H = \{Yp, Ys, Yt\} \quad (3)$$

$$X = \{Op, Fd, Pp\} \quad (4)$$

در معادلات فوق منظور از ΔLA همان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد که به صورت متغیر وابسته در معادله ظاهر شده است. بهره‌وری کل عوامل تولید جایگاه ویژه و مهمی را در بحث‌های توسعه اقتصادی به خود اختصاص می‌دهد. به همین خاطر، ارتقاء بهره‌وری کل عوامل یکی از اهداف مهم سیاست‌گذاران کلان اقتصادی می‌باشد. این شاخص اجازه می‌دهد عوامل غیر همگن نظیر نیروی کار و سرمایه، همزمان در نظر گرفته شوند. در این روش شاخص بهره‌وری کل عوامل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TFP = \frac{V_t}{K_t^\alpha * L_t^\beta} \quad (5)$$

که در آن V مبین تولید ناخالص داخلی، α سهم سرمایه (K) و β سهم نیروی کار (L) از تولید می‌باشد. α و β بیانگر کشش‌های تولیدی سرمایه فیزیکی و نیروی کار است و $\beta = 1 - \alpha$ خواهد بود؛ بنابراین در شرایطی که اطلاعات آماری در خصوص سهم عوامل تولید وجود ندارد می‌توان از کشش‌های تولیدی کار و سرمایه در برآورد بهره‌وری کل استفاده نمود.

$(A_i/A^{US})_{t-1}$: شکاف فناوری است که فاصله بین کشوری که به فناوری دسترسی بالایی دارد با کشوری که دسترسی بسیار محدودی به فناوری داشته یا اصلاً دسترسی ندارد را نشان می‌دهد. هر چقدر شکاف فناوری کاهش پیدا کند همگرایی فناوری افزایش پیدا می‌کند و اختلاف دست‌یابی به فناوری در بین کشورها کاهش می‌یابد.

بردار سرمایه انسانی (H): یکی از ابعاد سرمایه انسانی بعد آموزشی آن می‌باشد. این متغیر شامل آموزش ابتدایی، متوسطه و عالی می‌باشد.

$(Yp^* (A_i/A^{US})_{t-1})$: اثر متقابل آموزش ابتدایی در رشد و همگرایی فناوری، $(Ys^*$

$(A_i/A^{US})_{t-1}$): اثر متقابل آموزش متوسطه در رشد و همگرایی فناوری، $(Yt^*$

$(A_i/A^{US})_{t-1}$): اثر متقابل آموزش عالی در رشد و همگرایی فناوری می‌باشد.

(X): بردار متغیرهای کنترل که شامل شاخص باز بودن تجاری، جریان ورودی سرمایه-گذاری مستقیم خارجی و نرخ تورم می‌باشد. شاخص باز بودن تجاری (Op) از حاصل جمع صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی بدست می‌آید. جریان ورودی سرمایه گذاری مستقیم خارجی^۱ (Fd) فرآیندی است که به وسیله آن، کشور میهمان با هدف کنترل تولید، توزیع و دیگر فعالیت‌های مربوطه، مالکیت دارایی‌ها را در کشور میزبان در بلندمدت بدست می‌آورد. نرخ تورم (Pp) بیانگر درصد تغییرات سطح عمومی قیمت‌ها است که به نحوی سرعت افزایش یا کاهش قیمت‌ها را طی زمان نشان می‌دهد. مآخذ آماری متغیرها پایگاه آماری شاخص‌های توسعه بانک جهانی است.

با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته^۲ (GMM) به تخمین مدل در قالب نمونه ۳۴ تایی از کشورهای در حال توسعه و با درآمد سرانه متوسط و پایین، بعلاوه یک نمونه ۲۵ تایی از کشورهای توسعه یافته با درآمدهای بالا پرداخته‌ایم. علت انتخاب کشورها در گروه توسعه یافته و توسعه نیافته تفاوت مابین شکاف فناوری و تفاوت جدی در تفکیک سطوح آموزشی و سطح درآمدی کشورهای مورد مطالعه می‌باشد. داده‌ها طی دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۰ از بانک اطلاعاتی WDI^۳ (۲۰۰۸) استخراج شده است.

¹ Foreign Direct Investment

² Generalized Method of Moments

³ World Development Indicators

جدول (۱): اسامی کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه مورد مطالعه

کشورهای با درآمدهای بالا							
استرالیا	اتریش	بلژیک	کانادا	جمهوری چک	دانمارک	فنلاند	فرانسه
یونان	ایسلند	ایرلند	ژاپن	کره جنوبی	ایتالیا	لوکزامبورگ	هلند
نروژ	پرتغال	اسپانیا	سوئد	آمریکا	سوئیس	انگلستان	
کشورهای با درآمدهای متوسط							
آرژانتین	برزیل	بلغارستان	شیلی	کرواسی	مصر	مجارستان	قزاقستان
لهستان	رومانی	روسیه	ترکیه	اسلواکی	اروگوئه	ونزوئلا	ارمنستان
کلمبیا	اکوادور	اندونزی	ایران	آفریقای جنوبی	پاراگوئه	فیلیپین	تایلند
اوکراین							
کشورهای با درآمدهای پایین							
هند	قرقیزستان	پاکستان	زامبیا	تاجیکستان	اوگاندا		

منبع: World Development Indicators (2008)

۵- تخمین مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

در این بخش ابتدا برای آزمون برابری عرض از مبدأ در هر دو گروه از کشورهای مورد مطالعه از آزمون F لیمر استفاده شده است. بر اساس نتایج این آزمون در جدول (۲)، این فرضیه برای تمامی مقاطع رد می‌شود و باید از مدل داده‌های تابلویی^۱ استفاده گردد.

جدول (۲): نتایج آزمون همگنی (F لیمر)

	F	F جدول
کشورهای توسعه یافته	۲۶.۰۴ [۰.۰۰]	۱.۵۴
کشورهای در حال توسعه	۳۵.۱۳ [۰.۰۰]	۱.۴۷

منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار $stata$ ۱۱
توضیحات: اعداد داخل کروشه بیانگر احتمال هستند.

قبل از برآورد مدل، برای اطمینان از ساختگی نبودن و در پی آن نتایج نامطمئن، چگونگی مانایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های لوین، لین و چاو^۲ و ایم، پسران و شین^۳، بررسی شده است. وقفه‌های بهینه در این آزمون با معیار شوارتز^۴ تعیین شده است. این آزمون در

^۱ Panel Data^۲ Levin, Linn & Chut^۳ Im, Pesaran and Shin^۴ Schwartz

حالت داده‌های مقطعی، با عرض از مبدأ و بدون روند بررسی شده است. بر اساس نتایج این آزمون‌ها مطابق با جداول (۳) و (۴) برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، تمامی متغیرهای موجود در مدل در سطح مانا نیستند و با یکبار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

جدول (۳): نتایج آزمون ریشه واحد برای کشورهای توسعه یافته در سطح و تفاضل مرتبه اول

متغیر	آماره لوین-لین و چاو	نتیجه	آماره ایم - پسران و شین	نتیجه	آماره لوین-لین و چاو	نتیجه	آماره ایم - پسران و شین	نتیجه
LA	-۸.۵۲ [۰.۰۰]	پایا	-۴.۰۲ [۰.۰۰]	پایا	-۸.۵۲ [۰.۰۰]	پایا	-۴.۰۲ [۰.۰۰]	پایا
	-۱.۹۰ [۰.۰۲]	پایا	-۹.۶۴ [۰.۰۰]	پایا	-۱.۹۰ [۰.۰۲]	ناپایا	۰.۷۲ [۰.۷۶]	پایا
LYp	-۲.۸۲ [۰.۰۲]	پایا	-۱۵.۳۹ [۰.۰۰]	پایا	-۲.۸۲ [۰.۰۲]	ناپایا	۰.۶۳ [۰.۷۳]	پایا
LYs	-۲.۰۸ [۰.۰۱]	پایا	-۱۲.۳۲ [۰.۰۰]	پایا	-۲.۰۸ [۰.۰۱]	ناپایا	۱.۸۴ [۰.۹۶]	پایا
LYt	-۱.۴۲ [۰.۰۷]	ناپایا	-۱۳.۷۹ [۰.۰۰]	پایا	-۱.۴۲ [۰.۰۷]	ناپایا	۳.۵۱ [۰.۹۹]	ناپایا
$LYp*(A_i/A^{us})$	-۲.۵۹ [۰.۰۰]	پایا	-۱۲.۴۵ [۰.۰۰]	پایا	-۲.۵۹ [۰.۰۰]	ناپایا	۱.۴۲ [۰.۹۲]	پایا
$LYs*(A_i/A^{us})$	-۲.۳۸ [۰.۰۰]	پایا	-۱۱.۶۲ [۰.۰۰]	پایا	-۲.۳۸ [۰.۰۰]	ناپایا	۰.۴۱ [۰.۶۶]	پایا
$LYt*(A_i/A^{us})$	-۲.۱۴ [۰.۰۱]	پایا	-۱۱.۲۲ [۰.۰۰]	پایا	-۲.۱۴ [۰.۰۱]	ناپایا	۱.۴۲ [۰.۹۲]	پایا
Lop	-۳.۹۸ [۰.۰۰]	پایا	-۱۱.۹۰ [۰.۰۰]	پایا	-۳.۹۸ [۰.۰۰]	ناپایا	-۱.۴۵ [۰.۰۷]	پایا
Lfd	-۳.۸۸ [۰.۰۰]	پایا	-۵.۱۲ [۰.۰۰]	پایا	-۳.۸۸ [۰.۰۰]	پایا	-۱.۹۹ [۰.۰۲]	پایا
Lpp	-۷.۳۹ [۰.۰۰]	پایا	-۱۵.۸۴ [۰.۰۰]	پایا	-۷.۳۹ [۰.۰۰]	پایا	-۶.۷۷ [۰.۰۰]	پایا

منبع: یافته‌های تحقیق

توضیحات: اعداد داخل کروشه بیانگر احتمال هستند.

جدول (۴): نتایج آزمون ریشه واحد برای کشورهای در حال توسعه در سطح و تفاضل مرتبه اول

متغیر	آماره لوین-لین و چاو	نتیجه	آماره ایم - پسران و شین	نتیجه	آماره لوین-لین و چاو	نتیجه	آماره ایم - پسران و شین	نتیجه
LA	-۰.۹۳ [۰.۱۷]	ناپایا	۳.۴۱ [۰.۹۹]	ناپایا	-۸.۳۹ [۰.۰۰]	پایا	-۵.۸۳ [۰.۰۰]	پایا
	-۱۶.۸۹ [۰.۰۰]	پایا	-۵.۵۵ [۰.۰۰]	پایا	-۱۶.۸۹ [۰.۰۰]	پایا	-۵.۵۵ [۰.۰۰]	پایا
LYp	-۱.۵۶ [۰.۰۰]	پایا	-۳.۶۳ [۰.۹۹]	ناپایا	-۱.۵۶ [۰.۰۰]	پایا	-۱۳.۳۶ [۰.۰۰]	پایا
LYs	-۲.۶۹ [۰.۰۰]	پایا	۲.۹۲ [۰.۹۹]	ناپایا	-۲.۶۹ [۰.۰۰]	پایا	-۱۴.۳۶ [۰.۰۰]	پایا
LYt	-۱.۷۴ [۰.۰۴]	پایا	۳.۹۷ [۱.۰۰]	ناپایا	-۱.۷۴ [۰.۰۴]	پایا	-۱۴.۸۶ [۰.۰۰]	پایا
$LYp^*(A_i/A^{us})$	-۱.۱۵ [۰.۱۲]	ناپایا	۲.۱۰ [۰.۹۸]	ناپایا	-۱۵.۷۳ [۰.۰۰]	پایا	-۱۳.۳۸ [۰.۰۰]	پایا
$LYs^*(A_i/A^{us})$	۰.۴۴ [۰.۳۲]	ناپایا	۳.۰۶ [۰.۹۹]	ناپایا	-۱۶.۲۰ [۰.۰۰]	پایا	-۱۳.۵۱ [۰.۰۰]	پایا
$LYt^*(A_i/A^{us})$	-۰.۳۹ [۰.۳۴]	ناپایا	۴.۰۱ [۱.۰۰]	ناپایا	-۱۵.۰۳ [۰.۰۰]	پایا	-۱۲.۷۵ [۰.۰۰]	پایا
Lop	-۴.۰۶ [۰.۰۰]	پایا	-۱.۹۸ [۰.۰۲]	پایا	-۴.۰۶ [۰.۰۰]	پایا	-۱.۹۸ [۰.۰۲]	پایا
Lfd	-۱۰.۱۰ [۰.۰۰]	پایا	-۳۸.۶۸ [۰.۰۰]	پایا	-۱۰.۱۰ [۰.۰۰]	پایا	-۳۸.۶۸ [۰.۰۰]	پایا
Lpp	-۱۷.۴۰ [۰.۰۰]	پایا	-۱۱.۷۵ [۰.۰۰]	پایا	-۱۷.۴۰ [۰.۰۰]	پایا	-۱۱.۷۵ [۰.۰۰]	پایا

منبع: یافته‌های تحقیق

توضیحات: اعداد داخل کروشه بیانگر احتمال هستند.

بعد از آزمون ریشه واحد مشاهده می‌شود ضرایب متغیرهای به کار رفته در معادله در سطح و بعضی در تفاضل مرتبه اول مانا می‌باشند؛ بنابراین جمله اخلاص معادله، مورد آزمون ریشه واحد قرار می‌گیرد. در صورتی که جمله اخلاص موجود در معادله دارای ریشه واحد نباشد، بدون نگرانی از وجود ریشه واحد می‌توان الگوها را برآورد کرد (اندرس^۱، ۲۰۰۳).

جدول (۵): نتایج آزمون هم‌انباشتگی برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه

کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه	
احتمال	آماره	احتمال	آماره
[۰.۰۰]	-۳.۶۸	[۰.۰۰]	-۷.۱۸
			<i>ADF</i>

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون ریشه واحد بر روی جملات اخلاص معادلات بیانگر عدم وجود ریشه واحد در جملات اخلاص الگوهاست؛ بنابراین به برآورد الگو پرداخته می‌شود. در معادلاتی که در تخمین آنها اثرات غیرقابل مشاهده خاص هر کشور و وجود متغیر وابسته با وقفه در متغیرهای توضیحی مشکل اساسی می‌باشد، از تخمین زن گشتاور تعمیم یافته (GMM)، که مبتنی بر مدل‌های پویای پانل است، استفاده می‌کنیم (آرلانو و بوند^۲، ۱۹۹۱). برای تخمین مدل به وسیله این روش، لازم است ابتدا متغیرهای ابزاری به کار گرفته در مدل، مشخص شوند.

متغیرهای ابزاری مورد استفاده در این مدل، مقادیر با وقفه متغیر وابسته است. برای این که نتایج در این مدل‌ها از نقطه نظر پایداری قابل اطمینان‌تر باشند، باید تعداد مشاهدات به اندازه کافی بزرگ باشند، زیرا در این روش ممکن است مواقعی که تعداد مشاهدات کوچک است، به دلیل تورش زیاد، تفسیر نتایج با مشکل مواجه شود (هوفلر و تمپل^۳، ۲۰۰۱).

در این مطالعه که دوره مورد بررسی ۱۵ سال است، انتظار نداریم با چنین مشکلی مواجه شویم. در جداول (۶) و (۷)، نتایج مدل برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، بر اساس سه شاخص متفاوت آموزش سرمایه انسانی به روش (GMM)، ارائه شده‌اند:

¹ Enders

² Arellano and Bond

³ Hoeffler and Temple

همان طور که در جداول (۶) و (۷)، مشاهده می‌شود، تأثیر آموزش نیروی انسانی بر رشد فناوری با توجه به سه شاخص سطوح مختلف آموزش، در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، که از امکانات متفاوت آموزشی برخوردارند، برآورد شده است.

لازم به توضیح است، آزمون سارگان (۱۹۸۵) از محدودیت‌های بیش تعیین شده است و آماره‌های آن از توزیع کای دو با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد مشخص^۱ برخوردارند و برای تعیین هر نوع همبستگی بین ابزارها و خطاها به کار برده می‌شود. برای اینکه ابزارها معتبر باشند، باید بین ابزارها و جملات خطا همبستگی وجود نداشته باشد. فرضیه صفر برای این آزمون این است که ابزارها تا آن جا معتبر هستند که با خطاها در معادله تفاضلی مرتبه اول همبسته نباشند. عدم رد فرضیه صفر می‌تواند شواهدی را دال بر مناسب بودن ابزارها فراهم آورد. به علاوه فرضیه صفر آزمون سارگان (متغیرهای ابزاری استفاده شده با پسماندها همبسته نیستند) را نمی‌توان رد کرد و از این رو می‌توان بیان داشت متغیرهای ابزاری استفاده شده در این مدل مناسب هستند. همچنین فرضیه صفر آزمون همبستگی سریالی که در آن جملات خطا در رگرسیون تفاضلی مرتبه اول همبستگی سریالی مرتبه دوم را نشان نمی‌دهند را نمی‌توان رد کرد.

هر کشوری تلاش می‌کند (TFP) خود را از کشور آمریکا به عنوان کشوری که دارای رشد فناوری برتر است و نزدیک‌ترین کشور به مرزهای فناوری است، در یک حد مطلوب حفظ نماید. نتایج ضرایب برآوردی نشان می‌دهد همگرایی فناوری یا به عبارتی دیگر شکاف نسبی (TFP) بین کشور i و کشور آمریکا، با یک وقفه، بر رشد فناوری (بهره‌وری کل عوامل تولید) در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، تأثیر مثبت و از نظر آماری معنادار دارد. ضرایب دو شاخص متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش ابتدایی (Yp) و متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش دبیرستان (Ys) نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری در کشورهای توسعه یافته است. به نظر می‌رسد منفی بودن این ضرایب بدین معنی است که کارایی نهادها و مدارس ابتدایی و متوسطه در انتقال سرمایه انسانی (نیروی کار ساده و غیر ماهر) به رشد فناوری در کشورهای توسعه یافته پایین است. به عبارتی اهداف نظام آموزشی در مدارس ابتدایی و متوسطه کشورهای دانش محور، کسب مهارت‌های اولیه و دانش پایه می‌باشد. لذا با اتمام دوره‌های آموزشی ابتدایی و متوسطه فرد می‌تواند ادامه تحصیل دهد یا

¹ Over-identifying restrictions

به صورت یک نیروی کار ساده و غیر ماهر که فاقد آموزش لازم برای ابداع و نوآوری است، بازار اشتغال را برگزیند.

ضرایب دو شاخص متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش ابتدایی (Yp) و متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش دبیرستان (Ys) نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار و قابل انتظار بر رشد و همگرایی فناوری در کشورهای در حال توسعه است. مثبت بودن این ضرایب بدین معنی است که در اقتصاد سرمایه و منابع محور مشاغلی که ماهیت فکری و دانشی کمتری دارند سهم بیشتری در چرخه اقتصادی کشورهای در حال توسعه دارند. از طرفی دیگر در کشورهای در حال توسعه اهداف جدید آموزش علوم به خوبی درک نشده است و از همان روش‌های سنتی آموزش که بیشتر با نیازهای بازار کشورهای در حال توسعه منطبق است، استفاده می‌شود لذا آموزش متوسطه و ابتدایی می‌تواند به عنوان موتور محرک در اقتصاد سرمایه محور عمل نماید.

ضریب شاخص متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش عالی (Yt) نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری کشورهای توسعه یافته است. مثبت بودن این ضریب، بدین معنی است که کارایی نهادها، مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها در انتقال سرمایه انسانی ماهر به رشد فناوری در کشورهای توسعه یافته بسیار بالا است. به عبارت دیگر پیشرفت فناوری از کانال توسعه و رشد نیروی انسانی ماهر که بر اساس نیازهای بازار کار آموزش دیده است و قدرت ابداع و نوآوری را کسب کرده است به طرز صحیحی در این کشورها انجام گرفته است و لذا نیروی انسانی ماهر این کشورها توانسته است از کانال افزایش کارایی سرمایه گذاری در آموزش عالی زمینه مناسب برای رشد فناوری را فراهم آورد.

ضریب شاخص متوسط نرخ ثبت‌نام در آموزش عالی (Yt) نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنادار در بر رشد و همگرایی فناوری کشورهای در حال توسعه است. منفی بودن این ضریب، بدین معنی است که کارایی نهادها، مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها در انتقال سرمایه انسانی ماهر به رشد فناوری در کشورهای در حال توسعه بسیار پایین است. سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی ماهر (دارای تحصیلات دانشگاهی) از دو کانال می‌تواند بر رشد فناوری کشورهای در حال توسعه تأثیر منفی بگذارد. اولاً در کشورهای در حال توسعه بین نظام آموزش عالی و نیازها و مقتضیات بازار کار ارتباطی وجود ندارد و دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی بدون توجه به نیازهای بازار کار به تربیت نیروی انسانی در رشته‌های مختلف مبادرت نموده و از آنجا که به موازات نرخ صعودی تعداد پذیرفته‌شدگان در دانشگاه‌ها

فرصت‌های شغلی ایجاد نشده است همه ساله بخشی از دانش‌آموختگان جذب بازار کار نشده و یا به مشاغل کاذب، روی می‌آورند که نتیجه ناشی از این وضع تلف شدن منابع انسانی و هزینه‌های آموزشی، کاهش نرخ بهره‌وری نیروی انسانی، از هم گسیختگی رابطه میان آموزش و بازار کار و پیشی گرفتن عرضه نیروی کار بیش از تقاضای نیروی کار جامعه در حال توسعه می‌شود. ثانیاً به دلیل سرمایه محور بودن اقتصاد کشورهای در حال توسعه، فقدان کیفیت و انعطاف‌ناپذیری محتوای آموزشی و نادیده انگاشتن خلاقیت، ابداع و نوآوری، باعث می‌شود هزینه‌هایی که دولت طی سالیان متمادی صرف آموزش و پرورش یک فرد می‌نماید تا به مرحله بهره‌وری برسد، به هدر می‌رود و نتایج مورد نیاز از آموزش عالی عاید جامعه نمی‌شود؛ لذا سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی در کشورهای سرمایه محور به طرز صحیحی انجام نگرفته و نمی‌تواند زمینه مناسب برای رشد فناوری را فراهم نماید.

ضریب شاخص باز بودن تجاری (Op) نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. مثبت بودن این ضرایب بدین معنی است که کشورهایی با درجه اقتصادی باز، توانایی بیشتری برای جذب فناوری و در نتیجه رشد فناوری بیشتر دارند، با ورود فناوری جدید، به کارگیری نیروی کار ماهر در مقایسه با قبل از آزادسازی تجاری بیشتر شده که به نوبه خود باعث رونق در بازار کسب و کار می‌شود و سهم تجارت بین‌المللی را افزایش می‌دهد.

ضریب شاخص جریان ورودی سرمایه گذاری مستقیم خارجی (Fd) نشان‌دهنده تأثیر مثبت و از نظر آماری معنادار بر رشد فناوری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه پژوهش حاضر است. جریان ورودی سرمایه گذاری مستقیم خارجی (Fd) از دو کانال می‌تواند بر رشد فناوری اثر بگذارد. اولاً با ورود بنگاه‌های چندملیتی به داخل کشور میزبان به دلیل بهره‌وری بالای این شرکت‌ها تقاضا برای نیروی کار ماهر در داخل کشور میزبان افزایش می‌یابد و معمولاً شرکت‌های چندملیتی دستمزد بالاتری نسبت به شرکت‌های مشابه داخلی پرداخت می‌نمایند از این رو باعث انتقال فناوری و دسترسی به بازارهای خارجی را برای کشور میزبان فراهم می‌نماید. ثانیاً اثر سرریز این بنگاه‌ها بر بنگاه‌های داخلی باعث رشد فناوری کشور و ایجاد همگرایی فناوری برای کشور میزبان می‌شود.

طبق نتایج جداول (۶) و (۷)، نرخ تورم در کشورهای توسعه یافته مثبت و معنادار و در کشورهای در حال توسعه منفی و بی معنا از لحاظ آماری می‌باشد. همان‌طور که تورم منفی اقتصاد را با رکود مواجهه می‌نماید، تورم بالا نیز اقتصاد را با بحران روبه‌رو می‌سازد. بر

اساس محاسبات تحقیق میانگین نرخ تورم طی دوره (۱۹۹۵-۲۰۱۰)، در کشورهای توسعه یافته ۵.۷۴ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۲۵.۸۷ درصد رشد داشته است. زمانی تأثیر تورم بر رشد فناوری اثر معکوس می‌گذارد که فشارهای فزاینده تورمی به صورت مداوم و بلندمدت اقتصاد را تحت تأثیر قرار دهد و آثار نامطلوب تورم بالا را بر اقتصاد ظاهر نماید.

جدول (۶): رابطه تفکیک سطوح سرمایه انسانی و رشد فناوری در کشورهای توسعه یافته به

روش GMM (۲۰۱۰-۱۹۹۵)

متغیرهای توضیحی	$\Delta L(Y_P)_{t-1}$		$\Delta L(Y_S)_{t-1}$		$\Delta L(Y_t)_{t-1}$	
	ضریب	آماره Z	ضریب	آماره Z	ضریب	آماره Z
$\Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	۰.۷***	۱۶.۰۶	۰.۷۷***	۲۲.۶۱	۰.۶۸***	۵.۷۶
$\Delta L(Y_P)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	-۱۴.۵***	-۲.۵۳	-	-	-	-
$\Delta L(Y_S)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	-	-	-۸.۴**	-۲.۵۷	-	-
$\Delta L(Y_t)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	-	-	-	-	۶.۷۵**	۲.۲۳
$\Delta L(Op)_{t-1}$	۰.۰۹***	۱۶.۱۲	۰.۱	۱۶.۰۰	۰.۱۱***	۲۲.۹۲
$\Delta L(Fd)_{t-1}$	۰.۰۶*	۱.۹۶	۰.۰۳**	۲.۲۲	۰.۰۴**	۲.۱۷
$\Delta L(Pp)_{t-1}$	۰.۰۰۵***	۳.۷۸	۰.۰۰۵***	۴.۴۴	۰.۰۰۷***	۵.۶۷
مقدار آماره مربوط به آزمون تشخیص						
sargan	۲۲.۳۱ [۰.۹۷]		۲۲.۵۳ [۰.۹۹]		۲۳.۷۱ [۰.۹۶]	
First-order S.C	-۳.۶۳ [۰.۰۰]		-۴.۵۹ [۰.۰۰]		-۳.۱۲ [۰.۰۰]	
Second-order S.C	-۲.۱۰ [۰.۰۳]		-۳.۴۶ [۰.۰۰]		-۳.۱۰ [۰.۰۰]	
تعداد مشاهدات	۳۲۵					
تعداد کشورها	۲۵					

منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار stata ۱۱

توضیحات: اعداد داخل کروشه بیانگر احتمال هستند. ضرایب برآورد شده که دارای نشانه‌های ***، ** و * هستند به ترتیب با سطوح معناداری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ مرتبط می‌باشند.

جدول (۷) رابطه تفکیک سطوح سرمایه انسانی و رشد فناوری کشورهای در حال توسعه به روش

GMM

متغیرهای توضیحی	$\Delta L(Y_P)_{t-1}$		$\Delta L(Y_S)_{t-1}$		$\Delta L(Y_t)_{t-1}$	
	ضریب	آماره Z	ضریب	آماره Z	ضریب	آماره Z
$\Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	۰.۱۴***	۵.۲۹	۰.۱۵***	۱۴.۶۲	۰.۱۶***	۲۱.۷۷
$\Delta L(Y_P)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	۰.۲۰***	۲.۷۳	-	-	-	-
$\Delta L(Y_S)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	-	-	۰.۳۴***	۲.۶۰	-	-
$\Delta L(Y_t)_{t-1} \times \Delta L(A_i/A^{US})_{t-1}$	-	-	-	-	-۱.۲۰***	-۳.۱۶
$\Delta L(Op)_{t-1}$	۰.۰۱***	۳.۴۴	۰.۰۰۸***	۲.۰۵	۰.۰۱***	۳.۹۹
$\Delta L(Fd)_{t-1}$	۰.۰۲***	۳.۰۳	۰.۰۲**	۲.۴۷	۰.۰۲***	۴.۸۵
$\Delta L(Pp)_{t-1}$	-۰.۰۰۰۰۸	-۰.۰۷	-۰.۰۰۱	-۰.۸۰	-۰.۰۰۰۰۴	-۰.۵۰
مقدار آماره مربوط به آزمون تشخیص						
sargan	۲۹.۵۸ [۰.۷۲]		۲۸.۸۹ [۰.۸۵]		۳۰.۶۱ [۰.۸۲]	
First-order S.C	-۳.۸۹ [۰.۰۰]		-۳.۹۷ [۰.۰۰]		-۳.۸۷ [۰.۰۰]	
Second-order S.C	-۱.۴۴ [۰.۱۴]		-۱.۶۲ [۰.۱۰]		-۱.۳۹ [۰.۱۶]	
تعداد مشاهدات	۴۴۲					
تعداد کشورها	۳۴					

منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار stata ۱۱

توضیحات: اعداد داخل کروشه بیانگر احتمال هستند. ضرایب برآورد شده که دارای نشانه‌های ***، ** و * هستند به ترتیب با سطوح معناداری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ مرتبط می‌باشند

۶- جمع‌بندی و پیشنهادها

سوال اساسی در حوزه اقتصاد کلان و توسعه اقتصادی این است که چرا بعضی از کشورها دارای فناوری بالا و برخی دیگر دارای رشد فناوری پایین هستند و یا اینکه چرا شکاف فناوری بین کشورهای ثروتمند و فقیر هر روز افزایش می‌یابد؟

در الگوی این تحقیق، که با استفاده از داده‌های تابلویی به روش گشتاورهای تعمیم یافته GMM برآورد شده، مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر رشد و همگرایی فناوری به همراه

متغیر مورد نظر در این مطالعه قرار داده شده است. نتایج حاصل از برآورد رگرسیونی نشان‌دهنده رابطه منفی و معنادار میان رشد و همگرایی فناوری و آموزش عالی در کشورهای در حال توسعه و رابطه مثبت و معنادار میان رشد و همگرایی فناوری و آموزش عالی در کشورهای توسعه یافته منتخب است. زیرا پیشرفت فناوری از کانال توسعه و رشد نیروی انسانی ماهر که بر اساس نیازهای بازار کار آموزش دیده است به طرز صحیحی در این کشورها بر خلاف کشورهای در حال توسعه انجام گرفته است. این در حالی است که شاخص آموزش ابتدایی و متوسطه دارای اثر منفی و به لحاظ آماری معنادار بر رشد و همگرایی فناوری در کشورهای توسعه یافته و اثر مثبت و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری کشورهای در حال توسعه است. زیرا در اقتصاد سرمایه و منابع محور مشاغلی که ماهیت فکری و دانشی کمتری دارند سهم بیشتری در چرخه اقتصادی دارند. از سوی دیگر شاخص باز بودن تجاری و جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه اثر مثبت و معنادار بر رشد و همگرایی فناوری دارد. نرخ تورم نیز در کشورهای توسعه یافته اثر مثبت و معنادار و در گروه کشورهای در حال توسعه اثر منفی و به لحاظ آماری بی‌معنی بر رشد و همگرایی فناوری دارد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر پیرامون اهمیت نقش ترکیب سرمایه انسانی بر رشد فناوری، پیشنهادهایی به شرح زیر به برنامه‌ریزان، تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران اقتصادی کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه جهت بهبود و پیشرفت اقتصادی-اجتماعی صورت می‌گیرد.

- توجه به آموزش عالی و پرورش نیروی انسانی ماهر با تحصیلات عالی مطابق با نیاز جامعه.

- فقر اقتصادی و عدم تقبل هزینه‌های بالای آموزشی سبب شده است، سطح تحقیق و توسعه در بخش دانش و کسب و کار در حد پایینی نگه داشته شود لذا حمایت مالی از دانشگاه‌ها و مؤسسات پرورش دهنده نیروی انسانی و ایجاد زیرساخت‌های تحقیقاتی و فناوری مرتبط با صنعت و اقتصاد کشورهای در حال توسعه حائز اهمیت است.

- مطالعه تطبیقی در مورد آموزش و پرورش کشورهای توسعه یافته در جهت گرفتن الگوی مناسب از آن‌ها و نادیده نگرفتن شرایط و امکانات کشورهای در حال توسعه.

- داشتن برنامه درسی ملی و حرکت به سمت استاندارد کردن مؤلفه‌های نظام آموزشی که سبب کاهش تفاوت‌های موجود در امر آموزش با کشورهای پیشرفته می‌شود.
- حمایت کارآمد از نوآوران و کارآفرینان و افزایش ارتباط محیط‌های آموزشی و پژوهشی با بخش تولید.

فهرست منابع

۱. احمدی شادمهری، محمدطاهر، ناجی میدانی، علی اکبر و جندقی مبینی، فرشته (۱۳۸۹)، روش همگرایی آزمون باند، تعامل بین سرمایه انسانی و بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال اول، شماره ۱، صص ۵۸-۳۱.
۲. امینی، علیرضا و حجازی آزاد، زهره (۱۳۸۷)، تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل TFP در اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دهم، شماره ۳۵، صص ۳۰-۱.
۳. شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۶)، اثر سرمایه گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین‌الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران، فصلنامه علمی و پژوهشی جستارهای اقتصادی، شماره ۷، صص ۲۹-۱.
۴. شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۲)، بررسی عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل اقتصادی ایران، نامه مفید، شماره ۳۸، صص ۵۶-۲۷.
۵. شاه‌آبادی، ابوالفضل و رحمانی، امید (۱۳۸۹)، بررسی نقش تحقیق و توسعه بر بهره‌وری بخش صنعت اقتصاد ایران، فصلنامه رشد فناوری، شماره ۲۵، صص ۳۸-۲۸.
۶. شاه‌آبادی، ابوالفضل و رحمانی، امید (۱۳۹۰)، نقش انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر بهره‌وری بخش صنعت، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره ۱۴، صص ۳۸-۱۸.
۷. عرفانی، علیرضا، اکبرزاده تبریک، سعیده و نوده فراهانی، محمد (۱۳۹۱)، مقایسه اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته

منتخب، فصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه ای، سال نوزدهم، دوره جدید، شماره ۳، صص ۷۵-۵۶.

۸. کمیجانی، اکبر و شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۰)، بررسی اثر فعالیت‌های R&D داخلی و خارجی از طریق تجارت خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۱۸، صص ۶۵-۲۹.

1. Aghion, P. and Howitt, P. (1992), A Model of Growth Through Creative Destruction *Econometrica*, The International Journal of Economic Policy Studies, No. 60, pp. 30-56.
2. Ang, James B., Madsen, J.B. and Rabiul Islam, Md. (2011), The Effects of Human Capital Composition on Technological Convergence, *Journal of Macroeconomics*, No. 33, pp. 465-476.
3. Annabi, N., Harvey, S. and Lan, Yu. (2011), Public Expenditures on Education, Human Capital and Growth in Canada: An OLG model analysis", *Journal of Policy Modeling*, No. 33, pp. 852-865.
4. Baltagi, B.H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition Wiley & Sons, England.
5. Bloom, D.E., Canning, D. and Sevilla, J. (2004), The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach, *World Development*, No. 32, pp. 1-13.
6. Chuanguo, Z. and Lihuan, Z. (2011), The Composition of Human Capital and Economic Growth: Evidence from China Using Dynamic Panel Data Analysis, *China Economic Review*, No. 22, pp. 165-171.
7. Coe. D.T., Helpman, E. and Hoffmaister, A.W. (2008), *International R&D Spillovers and Institutions*, IMF Working Paper, http://www.economics.harvard.edu/files/faculty/30_CoeHelpmanHoffmaister_Revision1.pdf
8. Coe. D.T., Helpman, E. and Hoffmaister, A.W. (2009), *International R&D Spillovers and Institutions*, *European Economic Review*, No. 53, pp. 723-741.
9. Donglan, Xu, (2005), Productivity Growth, Technological Progress and Efficiency Change in Chinese Manufacturing Industry: ADEA Approach, *Economic Science*, No. 53, pp.53-37.
10. Engelbrecht, H. (1997), *International R&D Spillovers, Human Capital and Productivity in OECD Economics: An Empirical Investigation*, *European Economic Review*, No. 41, pp. 1479-1488.
11. Griliches, Z. (1988), Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation, *Journal of Economic Perspectives*, No. 2, pp. 9-21.

12. Grossman. G.M. and Heglman, E. (1991), Innovation and Growth in the Global Economy, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
13. Hall, R.E. and Jones, C.H. (1998), Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker than Others?, National Bureau of Economic Research, Version 4.0,
<http://elsa.berkeley.edu/~chad/pon400.pdf>
14. Im, K.S., Peseran, M.H. and Shin, Y. (2003), Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, Journal of Econometrics, No. 115, pp. 53–74.
15. Keller, W. (1998), Are International Spillovers Trade-Related? Analyzing Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners, European Economic Review, No. 16, pp. 1469–1481.
16. Levin, A., Lin, C. and Chu, C.J. (2002), Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties, Journal of Econometrics, No. 108, pp. 1–24.
17. Lucas, R.E. (1988), On the Mechanics of Economic Development, Journal of Monetary Economic, No. 22, pp. 3-42.
18. Madsen, J.B. (2007), Technology Spillover Through Trade and TFP Convergence: 135 Years of Evidence for the OECD Countries, Journal of International Economics, No. 72, pp. 464-480.
19. Romer, P.M. (1990), Endogenous Technological Change, Journal of Political Economy, No. 98, pp. 71-101.
20. Solow, R.M. (1956), A Contribution to Theory of Economic Growth, Quartely Journal of Economics, No. 70, pp. 65-94.
21. Teixeira, A.C. and Fortuna, N. (2004), Human Capital, Innovation Capability and Economic Growth in Portugal, Portuguese Economic Journal, No. 3, pp. 205–225.
22. Wang, Y. and Yao, Y. (2003), Sources of Chinas Economic Growth 1952-1999: Incorporating Human Capital Accumulation, China Economic Review, No. 14, pp. 32-52.
23. World Bank (2011), World Development Indicators on CD-ROM, World Bank, Washington, DC.