

تحلیل اثر بلند مدت سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ایران: 1347-1386

جواد میر محمد صادقی³

نکیسا نیک فر^{2*}

مصطفی رجبی¹

چکیده

با توجه به اینکه امروزه آموزش و تحقیق یک عامل مهم در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی می‌باشد این مقاله به بررسی اثر متغیرهای سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی (1347-1386) و به کارگیری الگوی سولوی تعمیم یافته، بر رشد اقتصادی ایران پرداخته است. بدین منظور با استفاده از الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL)⁴ به بررسی الگوی پویا پرداخته شده و پس از اطمینان از وجود رابطه بلند مدت ضرایب آن برآورد شده‌اند. نتایج حاصل شده از نظر آماری مثبت و معنی‌دار بودن اثر متغیرهای سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، و تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی را نشان می‌دهد. ضریب مدل تصحیح خطا (ECM)⁵ به دست آمده برای الگو برابر با 0/33- می‌باشد نشانگر این است که در هر دوره 33 درصد از انحراف در تولید ناخالص داخلی از مسیر بلند مدت، در دوره بعد توسط متغیرهای الگو تصحیح می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی.
طبقه‌بندی JEL: O31, O41, J24, E22.

1- استادیار، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمینی شهر
rajabi@iaukhsh.ac.ir

2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمینی شهر، دانش‌آموخته

کارشناسی ارشد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی
* نویسنده مسئول: Nagisa.nikfar@iaukhsh.ac.ir

3- استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمینی شهر
J.sadeghi@iaukhsh.ac.ir

4- Auto Regressive Distributed Lags
5- Error Correction Model

1- مقدمه

یکی از مباحث مهم اقتصادی در دهه‌های اخیر بحث نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه¹ در فرآیند رشد اقتصادی است. از جمله عوامل تأثیرگذار در در زمینه اختلاف بین نرخ رشد اقتصادی کشورها علاوه بر تفاوت در سرمایه فیزیکی اختلاف در به کارگیری استعدادهای نیروی انسانی و تحقیق و توسعه می‌باشد.

از دیدگاه اقتصاددانان نئو کلاسیک، رشد اقتصادی تنها به میزان سرمایه و نیروی کار موجود در اقتصاد مرتبط بوده و متغیرهایی مانند کیفیت سرمایه انسانی و سلامت در آنها نادیده گرفته شده است. تا اوایل دهه 1950 بیشتر تصور می‌شد که عامل اصلی عقب ماندگی کشورهای در حال توسعه، کمبود سرمایه فیزیکی است. لذا انباشت بیشتر و سریع‌تر سرمایه می‌تواند نرخ رشد اقتصادی بالایی را به ارمغان آورد. بدین جهت بود که اقتصاددانان توصیه نمودند که به منظور کسب رشد اقتصادی مطلوب و بالا، کشورها باید سیاست‌های خود را در جهت افزایش موجودی سرمایه فیزیکی تنظیم نمایند. ولی مشکل اساسی در الگوهای رشد نئوکلاسیکی آن است که از توضیح اساسی‌ترین رفتار واقعی رشد عاجز است و این الگو توان توضیح علت متفاوت بودن نرخ‌های رشد بلند مدت بین کشورهای مختلف را ندارد. بدین لحاظ نظریه‌های رشد درون‌زا مطرح گردید. در چارچوب این نظریه‌ها می‌توان، به این موضوع اشاره کرد که محور اصلی رشد دو مقوله سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه است و تجربیات رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد این دو عامل نقش اساسی در ارتقای رشد اقتصادی این کشورها داشته است. به‌طور کلی نظریات رشد درون‌زا را می‌توان به دو شاخه اصلی تقسیم نمود. دسته اول نظریه‌هایی مبتنی بر سرمایه انسانی که رشد بلند مدت پایدار را به انباشت سرمایه نسبت می‌دهند (لوکاس²، 1988) و دسته دوم نظریاتی می‌باشند که بر تحقیق و توسعه یا اقتصاد دانش استوار است و معتقد به پیشرفت تکنولوژی از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و خلق اندیشه‌های جدید است. (رومر³، 1990، گروسمن و هلپمن⁴ 1991 و آقیون و هوویت⁵ 1998)

2- اثر سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی

نظریه سرمایه‌گذاری در آموزش به اقتصاد دانان کلاسیک از جمله آدام اسمیت⁶ بر می‌گردد که تأکید بر سرمایه‌گذاری در زمینه مهارت انسانی داشت. به اعتقاد اسمیت انسان‌ها با آموزش یافتن به نوعی به سرمایه تبدیل می‌شوند و این امر باعث می‌شود از مهارت و توانایی تولیدی بالاتری برخوردار شوند که خود بر ارتقاء بهره‌وری تولید افزوده و رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد.

1- Research&Development

2- Lucas

3- Romer

4- Grossmen&Helpman

5- Aghion&Howitt

6- Adam Smit

با ورود مفهوم سرمایه انسانی در اوایل دهه¹ (1960) شولتز¹ آن را به‌عنوان یک عامل تولیدی مهم و مشابه با سرمایه فیزیکی معرفی نمود. همچنین سیمون کوزنتس² اعتقاد داشت که مفهوم فیزیکی و کالایی سرمایه ناقص و نارساست و، باید سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی هر دو به حساب آیند. تجربه کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که توضیح نرخ رشد اقتصادی، تنها از طریق سرمایه فیزیکی و جمعیت شاغل نا کافی است و عامل دیگری به جز سرمایه فیزیکی و عامل کار وجود دارد که رشد اقتصادی این جوامع را تجدید کرده است. این عوامل به عامل پسماند معروف شده است و توضیح دهنده بخش مهمی از رشد اقتصادی کشورهای پیشرفته به حساب می‌آید. عامل پسماند در مورد رشد اقتصادی در واقع آن قسمت از رشد محصول است که با فرض وجود تابع تولید با بازدهی‌های ثابت نمی‌تواند به سادگی توسط رشد توضیح داده شود و ادوارد دنسون آن را مقیاس بی‌اطلاعی ما نام نهاده است. گریلیچ³ نیز از اواخر دهه 1950 روی توضیح عامل پسماند در رشد اقتصادی بررسی‌هایی انجام داده است به‌طور کلی اگر داده‌ها به‌طور صحیح اندازه‌گیری شوند و تابع تولید نیز در هر لحظه معین همگن از نوع درجه یک باشد، در این صورت عامل پسماند از رویداد پیشرفت‌های فنی نشأت می‌گیرد به عبارت دیگر تابع تولید به عنوان نتیجه: پیشرفت‌های سازماندهی تشکیلات، پیشرفت‌های فنی در تولید کالای سرمایه‌ای و پیشرفت‌های حاصل از نیروی کار در طول زمان در حال انتقال به بالاست. که پیشرفت‌های حاصل از نیروی کار در طول زمان همان تغییر در کیفیت نیروی کار یا افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌باشد. رومر سرمایه انسانی را به عنوان کلید ورودی بخش تحقیق دانسته که باعث خلق ایده‌های جدید گردیده و زمینه پیشرفت تکنولوژی را فراهم می‌آورد.

تحقیق و توسعه در نظریه‌های رشد جدید و اقتصادهای مبتنی بر دانایی، به‌عنوان موتور رشد اقتصادی نام برده شده است و انتظار هم می‌رود دانش نوین در شکوفایی اقتصاد نقش عمده ای داشته باشد. تحقیق و توسعه از دو راه می‌تواند به رشد اقتصادی کمک نماید. اول آنکه تحقیق و توسعه اجازه می‌دهد تا کالاهای سرمایه‌ای جدید معرفی شود که ممکن است نقش بیشتر و بهتری در تولید نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود داشته باشد. از آنجا که محصول تابعی از انواع مختلف کالاهای سرمایه‌ای یا کیفیت کالاهای سرمایه‌ای است، پس حتی اگر تابع تولید، نسبت به هر یک از نهاده‌ها بازدهی نزولی داشته باشد، آنگاه رشد درونزا وجود خواهد داشت. این نگرش توسط رومر (1990)، بارو و سالایی مارتین⁴ (1995) ارائه شده است.

1-Schultz

2-Kuznets

3-Griliches

4-Barro & Sala-i- Martin

کمک دوم تحقیق و توسعه به رشد اقتصادی از طریق ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش است که به نوبه خود باعث کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که به وجود آمدن اثرات جانبی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه سبب ایجاد بازدهی ثابت به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه خواهد شد. به همین دلیل بنگاه‌ها مقدار ثابتی از منابع را در امر تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کرده و باعث افزایش موجودی علم و دانش در یک نرخ ثابت می‌شوند (درگاهی و قدیری 1382).

3 - مروری بر مطالعات انجام شده

ژاکوب و دیگران¹ (1998): در تحقیقی تحت عنوان "سرمایه انسانی، تحقیق و توسعه و انباشت فناوری در رشد بهره‌وری کشور هلند" اثر سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه را بر بهره‌وری و همچنین تغییرات فناوری بررسی نمودند. در این پژوهش بهره‌وری کل عوامل تولید توسط سرمایه انسانی، انباشت تحقیق و توسعه و اثر سرریز آن توضیح داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که اولاً سرمایه انسانی به تنهایی نمی‌تواند رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را توجیه نماید و ثانیاً تحقیق و توسعه و اثر سرریز آن دارای اهمیت بیشتری در رشد بوده است. افزون بر این نتایج نشان می‌دهند که سرمایه انسانی در فرایند جذب و انتشار فناوری نقش مهمی دارد، ولی نوآوری بیش از سرمایه انسانی می‌تواند در رشد اقتصادی نقش داشته باشد.

یولکو² (2004): در مقاله‌ای با عنوان "تحقیق و توسعه، نوآوری و رشد اقتصادی" به بررسی نقش تحقیق و توسعه و نوآوری بر رشد اقتصادی پرداخت. این تحقیق با استفاده از تکنیک داده‌های با داده‌های آماری 20 کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و 10 کشور غیر عضو در دوره زمانی 1981-1997 انجام شده است. در این پژوهش از تعداد مجوزهای ثبت شده برای اختراعات به‌عنوان شاخص نوآوری استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که بین تولید ناخالص داخلی سرانه و نوآوری در هر گروه مورد مطالعه ارتباط مثبت وجود دارد و در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی با یک بازار بزرگ، توانایی افزایش نوآوری را از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه وجود دارد.

1- Jacobs, Nahuis & Tan

2- Ullku

3- Panel Data

فو و همکاران¹ (2004): در تحقیقی تحت عنوان "سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی" اثر کیفیت نیروی کار و سرمایه انسانی را بر روی 40 شرکت صنعتی کشور چین در دوره 2004-1996 با استفاده از روش داده‌های تابلویی مورد بررسی قرار داده‌اند. الگوی به کار گرفته شده در تحقیق، رشد درون‌زا لوکاس می‌باشد. آنها متغیر نیروی کار را به دو متغیر نیروی کار تحصیل کرده (دارای تحصیلات مقطع متوسطه و بالاتر) و نیروی کار عادی تقسیم می‌کنند. سپس نیروی کار دارای تحصیلات را به عنوان متغیر سرمایه انسانی و نیروی کار عادی را متغیر نیروی کار شاغل به حساب می‌آورند. نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد که 1 درصد افزایش در سرمایه انسانی منجر به 0/076 درصد افزایش در رشد تولید ناخالص داخلی می‌گردد.

دولیک و فوستر² (2008): در مقاله ای تحت عنوان "تجهیزات وارداتی، سرمایه انسانی و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه" به بررسی اثر تجهیزات وارداتی بر روی رشد کشورهای در حال توسعه و همچنین ارتباط بین سرمایه انسانی و سرمایه گذاری در تجهیزات پرداخته‌اند. آنها برای بررسی این رابطه الگوی نیلسون و فلیس³ را به کار گرفته و این تخمین را برای 55 کشور در حال توسعه در دوره 99-1960 انجام دادند. آنها ماشین آلات وارداتی از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را جانشین برای سرمایه گذاری در کالاهای تجهیزاتی برای کشورهای در حال توسعه در نظر گرفتند. نتایج می‌دهد که رابطه بین تجهیزات سرمایه‌ای وارد شده و رشد برای کشورهای با سطح سرمایه انسانی پایین، اغلب منفی می‌باشد و برای کشورهای با سطح سرمایه انسانی در حد متوسط بالاترین مقدار را دارد و این رابطه برای کشورهای با سرمایه انسانی متوسط، ناچیز می‌باشد.

درگاهی و قدیری (1382): در مطالعه‌ای تحت عنوان "تجزیه تحلیل عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی در ایران" با استفاده از روش همگرایی خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی به بررسی عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی ایران در دوره زمانی 75 - 1348 پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که مخارج دولت و درآمدهای ارزی نفت، به عنوان عوامل مؤثر و توضیح دهنده رشد اقتصادی ایران می‌باشد و متغیرهای سرمایه انسانی همچون آموزش، تحقیق و توسعه و بهره‌وری تأثیر کمتری بر رشد اقتصادی ایران دارد. تداوم چنین ساختاری امکان تحقق رشد اقتصادی پایدار و بالا را فراهم نکرده و ادوار تجاری اقتصاد ایران تحت تأثیر شوک‌های داخلی، سیاست‌های مالی دولت و شوک‌های خارجی ارز حاصل از صادرات نفت شکل می‌گیرند. بنابراین، تعیین کننده‌های رشد اقتصادی ایران به علت ماهیت برونزا بودن، نوسانات کوتاه مدتی را در تولید ایجاد نموده‌اند ولی رشد بلند مدتی را در اقتصاد ایران باعث نشده‌اند.

1- Fu, Dietzenbacher & Los

2- Dulleck & Foster

3- Nelson & Philips

کميجانی و معمارتژاد (1383): در مقاله ای تحت عنوان "اهمیت کیفیت نیروی انسانی و تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی ایران" به بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی کشور در دوره 1337-78 پرداخته‌اند. آنها ضمن بیان الگوی رشد درون زای رومر، مدلی برای رشد اقتصادی ایران ساخته و تأثیر نیروی کار، سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی، درآمدهای حاصل از صادرات نفت، تورم و متغیر مجازی مربوط به انقلاب اسلامی و به روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده برآورد کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که نیروی کار فعال بالاترین سهم از تولید ناخالص داخلی و سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی اثر مثبت و معنی دار بر رشد اقتصادی و تولید دارد. اما به دلیل حجم اندک هزینه‌های تحقیق و توسعه و نیز نسبت پایین صادرات غیرنفتی به تولید ناخالص داخلی بین این دو متغیر با رشد اقتصادی ارتباط معنی داری پدیدار نشده است. علاوه بر آنکه نرخ تورم و متغیر مجازی برای سال وقوع انقلاب اثر منفی بر رشد اقتصادی کشور داشته‌اند.

شاه‌آبادی (1385): در مطالعه‌ای با عنوان "اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین‌الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران" به ارزیابی نقش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از طریق تجارت بین‌المللی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل پرداخته است. نامبرده معادله بهره‌وری کل عوامل را به وسیله به کارگیری روش همگرایی یوهانسن و حداقل مربعات معمولی با استفاده از مجموعه سری زمانی طی دوره 82-1338 برآورد کرده است. نتایج نشان می‌دهد که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تجارت کالا)، سرمایه انسانی، شدت سرمایه، شاخص باز بودن ذخایر بین‌المللی، نرخ ارز واقعی، نرخ تورم و متغیرهای موهومی جنگ تحمیلی و انقلاب اسلامی بر روی بهره‌وری کل تأثیر دارد. همچنین نتایج پیشنهاد می‌کند که اثر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی، شاخص باز بودن و متغیرهای مجازی جنگ و انقلاب اسلامی اثر قوی تری نسبت به دیگر متغیرها بر بهره‌وری کل عوامل دارند. در ضمن متغیر نرخ تورم و متغیر موهومی انقلاب اسلامی و جنگ تحمیلی بر بهره‌وری کل عوامل منفی می‌باشد.

امینی و حجازی آزاد (1387): در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران" به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران در دوره زمانی 83-1347 پرداخته‌اند. نتایج برآورد الگو به روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده نشان می‌دهد در بلند مدت سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، نسبت شاغلان دارای

تحصیلات عالی و نرخ بهره برداری از ظرفیت اثرات مثبت و معنی داری بر بهره‌وری داشته است. در ضمن، عوامل دیگر مؤثر بر بهره‌وری در قالب متغیر روند زمانی تأثیر منفی و معنی‌دار بر بهره‌وری داشته است.

4- الگو و روش تحقیق

نونمن و ون هودت¹ (1996) با به کارگیری الگو سولو تعمیم یافته تابع تولید را به صورت زیر در نظر گرفتند:

$$Y = K_t^\alpha H_t^\gamma [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (1)$$

به طوری که K_t موجودی سرمایه فیزیکی، H_t موجودی سرمایه انسانی، R_t هزینه تحقیق و توسعه در سال t می‌باشند. $A_t = A(0)e^{gt}$ ضریب تکنولوژی می‌باشد که با نرخ برونزا g رشد می‌کند، $L_t = L(0)e^{nt}$ جمعیت فعال و با نرخ برونزا n در حال رشد می‌باشد، بنابراین $(n+g)$ نرخ رشد نیروی کار مؤثر $(A_t L_t)$ است. با تقسیم تابع تولید بر جمعیت فعال تابع تولید سرانه به صورت $y_t = k_t^\alpha h_t^\beta r_t^\gamma$ به دست می‌آید.

در شرایط سرانه، معادله‌ی انباشت سرمایه متغیرها به صورت زیر است:

$$k_t = s_k y_k - (n + g + \delta) k_t \quad (2)$$

$$h_t = s_h y_h - (n + g + \delta) h_t$$

$$r_t = s_r y_r - (n + g + \delta) r_t$$

که S_k, S_h, S_r به ترتیب سهم سرمایه‌گذاری در متغیرهای مربوطه می‌باشد و δ نرخ استهلاک که برای تمامی متغیرها ثابت در نظر گرفته شده است. مقادیر تعادلی عبارتند از:

$$K^* = \left(\frac{S_k^{1-\beta-\gamma} S_h^\beta S_r^\gamma}{n + g + \delta} \right) \frac{1}{\lambda}$$

$$h^* = \left(\frac{S_k^\alpha S_h^{1-\alpha-\gamma} S_r^\gamma}{n + g + \delta} \right) \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

$$r^* = \left(\frac{S_k^\alpha S_h^\beta S_r^{1-\alpha-\beta}}{n + g + \delta} \right) \frac{1}{\lambda}$$

که λ برابر است با $(1-\alpha-\beta-\gamma)$ ، در نهایت با قرار دادن این مقادیر تعادلی و گرفتن لگاریتم، درآمد سرانه به صورت رابطه زیر نشان داده می شود:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \frac{\alpha}{1-(\alpha+\beta+\gamma)} \ln(S_k) + \frac{\beta}{(\alpha+\beta+\gamma)} \ln(S_h) + \frac{\gamma}{1-(\alpha+\beta+\gamma)} \ln(S_r) - \frac{\alpha+\beta+\gamma}{1-(\alpha+\beta+\gamma)} \ln(n+g+\delta) \quad (4)$$

از آنجا که استفاده از روش حداقل مربعات معمولی در برآورد رابطه بلند مدت (4) برای نمونه‌های کوچک، به دلیل در نظر نگرفتن واکنش‌های پویای کوتاه مدت موجود بین متغیرها، تورش ایجاد می کند، وینرجی¹ (1993) و ایندر² (1993) با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو نشان داده‌اند که در نمونه‌های کوچک تورش برآورد ممکن است قابل توجه باشد. بنابراین، باید الگویی برآورد شود که پویایی کوتاه مدت را در خود داشته باشد و در نتیجه ضرایب الگو با دقت بیشتری برآورد شوند (نوفرستی 1378).

لذا جهت بررسی بردار هم‌جمعی و استخراج ضرایب بلند مدت به پیروی از پسران و شین³ (1998) از روش خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده به لحاظ مزایای موجود در آن استفاده می گردد.⁴ فرم کلی الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$Q(L, P)Y_t = \sum_{i=1}^K \beta_i(L, q_i)X_{it} + \delta W_{it} + \mu_t$$

$$Q(L, P) = 1 - Q_1L - Q_2L^2 - \dots - Q_P L^P$$

$$\beta_i(L, q_i) = \beta_{i0} + \beta_{i1}L + \dots + \beta_{iq_i}L^{q_i}$$

در مجموعه روابط فوق L نشانگر عملگر وقفه، X_{it} نشانگر بردار متغیرهای توضیحی، $q_i = (i=1, \dots, k)$ تعداد وقفه‌های بهینه مربوط به هر یک از متغیر توضیحی، p تعداد وقفه بهینه مربوط به متغیر وابسته و W_{it} بردار متغیرهای مقطعی همچون عرض از مبدأ، متغیرهای مجازی، روند زمانی یا متغیرهای برونزا با وقفه ثابت است. (تشکینی 1384).

1- Banerjee

2- Inder

3- Pesaran & Shin

4- مزایای روش خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده شامل به دست آوردن برآورد گر حداقل توزیع نرمال در صورت انتخاب وقفه بهینه، اریب کمتر و کارایی بیشتر در نمونه‌های کوچک و سازگاری ضرایب بلند مدت است.

انطباق الگوی (4) با ساختار الگو خود توضیح با وقفه‌های گسترده رابطه (6) را به دست می‌دهد:

$$\Delta \ln y_t = \sum_{i=0}^p \alpha_1 \Delta \ln y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_2 \Delta \ln s_{k_{t-i}} + \sum_{i=0}^q \alpha_3 \Delta \ln s_{h_{t-i}} + \sum_{i=0}^q \alpha_4 \Delta \ln s_{r_{t-i}} - \sum_{i=1}^q \alpha_5 \Delta \ln N_{t-i} + \delta_1 \ln y_t + \delta_2 \ln s_k + \delta_3 \ln s_h + \delta_4 \ln s_r - \delta_5 \ln N + \delta_6 D_{59-60} + \varepsilon \quad (5)$$

که رابطه فوق برای اقتصاد ایران در دوره زمانی 1386-1348 برآورد می‌گردد.

5- داده‌های آماری

در این تحقیق تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان متغیر وابسته (برگرفته از بانک مرکزی)، و متغیرهای سرمایه فیزیکی (S_k)¹، سرمایه انسانی (S_h)²، هزینه‌های تحقیق و توسعه (S_r) (آمارهای این متغیرها از سازمان معاونت راهبردی ریاست جمهوری گردآوری شده است)، و N نرخ رشد جمعیت فعال به علاوه عدد ثابت $(\delta_g +)$ به عنوان متغیر مستقل می‌باشند. δ نرخ استهلاک کشور که حدود 0/047³ می‌باشد و g متوسطه نرخ رشد درآمد سرانه به عنوان نرخ ثابت تکنولوژی در نظر گرفته شده است 0^4 (آماره سری زمانی جمعیت فعال از بانک مرکزی گرفته شده است).

برای جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب در هنگام برآورد الگو، لازم است در ابتدا متغیرها از نظر مانایی و نامانایی مورد آزمون و تأیید قرار گیرند. بنابراین متغیرهای سری زمانی مورد استفاده در این تحقیق به وسیله آزمون دیکی فولر تعمیم یافته مورد بررسی قرار گرفته است. در این آزمون فرضیه (H_0) عبارت است از وجود ریشه واحد و فرضیه آلتر ناتیب (H_1) عبارت از مانایی متغیرها می‌باشد. اگر آماره محاسبه شده بزرگتر از مقدار بحرانی مک کینون باشد، فرضیه (H_0) یا نامانایی رد می‌شود. نتایج آزمون برای متغیرهای لگاریتمی سالانه مورد استفاده الگو، در جدول 1 ارائه شده است. $\ln S_k$

1- برگرفته از پژوهش علیرضا امینی

2- متوسط سال‌های تحصیل شاغلان به عنوان جایگزین سرمایه انسانی در نظر گرفته شده است.

3- برگرفته از مقاله "تأثیر سرمایه‌های اجتماعی بر رشد اقتصادی ایران" (صفدری، کریم، خسروی).

4- در مقاله مانکیو و همکاران (1992) نیز این روش به کار رفته است. که برای اقتصاد ایران 0/01 محاسبه گردیده است.

جدول 1- بررسی ایستایی متغیرها

متغیر	آماره ADF	آماره بحرانی مکینون
$Ln y$	-2/54	-2/94
$dln y$	-3/74	-2/94
LnS_k	-3/35	-2/94
LnS_h	-4/17	-2/94
LnS_r	-3/65	-2/94
$Ln N$	-4/19	-2/94

مأخذ: نتایج تحقیق

با مقایسه آماره دیکی فولر تعمیم یافته با مقدار بحرانی مک کینون، نتایج بیانگر این می باشد لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه پس از یک بار تفاضل گیری ایستا و لگاریتم سرمایه فیزیکی و لگاریتم سرمایه انسانی، لگاریتم هزینه تحقیق و توسعه و لگاریتم نرخ رشد جمعیت فعال در سطح و با خطای 0/05 درصد ایستا می باشد. بنابراین نتایج آزمون ریشه واحد در الگو (ARDL) برای تعیین اینکه هیچ یک از متغیرها $I(2)$ نمی باشند ضروری می باشد.

6 - برآورد الگو

پسران و همکاران¹ (2001)، رویکرد خود توضیحی با وقفه گسترده را به دو مرحله تقسیم می کنند که مرحله اول آزمون هم انباشتگی و مرحله دوم تخمین پارامترهای الگو است. جهت آزمون هم انباشتگی از آماره F استفاده می گردد. آماره F ، برابری همه ضرایب وقفه های سطح متغیرها با صفر را آزمون می نماید. فرضیه صفر و یک به صورت زیر می باشد:

$$= oH_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_0$$

$$H_1: \delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4 \neq \delta_0 \neq 0$$

که اگر آماره F محاسبه شده از حد بالایی ارزش بحرانی (که پسران و همکاران مقادیر بحرانی را برای سطوح مختلفی از معنی داری و با وجود تعداد متفاوتی از ضرایب ارائه داده اند) بزرگتر باشد فرضیه صفر یعنی عدم وجود رابطه بلند مدت رد می شود. بر عکس اگر آماره آزمون کوچکتر از حد پایین ارزش بحرانی باشد. فرضیه صفر یا عدم وجود رابطه بلند مدت را نمی توان رد کرد.

که آماره F در وقفه بهینه 2 برابر با $(9/12)$ می‌باشد که مقایسه با آزمون کرانه $1 < F < 2/93$ (1/81) که پسران و همکاران مقادیر بحرانی را برای سطوح مختلفی از معنی داری و با وجود تعداد متفاوتی از ضرایب ارائه داده‌اند و همچنین با توجه به بالاتر بودن مقادیر آکائیک (AIC) و شوارتز بیزین (SBC) در این وقفه نسبت به وقفه یک، فرضیه وجود رابطه بلند مدت بین متغیرهای مورد بررسی در وقفه 2 در سطح معنی داری 0/99 تأیید می‌گردد.

جدول 2- تعیین تعداد تأخیرات بهینه

تعداد تأخیرات	AIC	SBC	آماره F
1	89/07	76/99	3/63
2	96/50	81/46	8/77

مأخذ: نتایج تحقیق

با اطمینان از وجود رابطه تعادلی بلند مدت، می‌توان ضرایب رابطه بلند مدت را، از معادله (7) برآورد نمود:

$$\ln y_t = \sum_{i=0}^p \delta_1 \ln y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \delta_2 \ln s_{k_{t-i}} + \sum_{i=0}^p \delta_3 \ln s_{h_{t-i}} - \sum_{i=1}^{q4} \delta_5 \ln N_{t-i} + \delta_6 D_{59-60} \quad (7)$$

جهت این امر قبل از تخمین ضرایب بلند مدت، به بررسی نتایج حاصل از آزمون‌های تشخیصی پرداخته خواهد شد.

7- آزمون‌های آماری

جدول شماره 3 نتایج آزمون‌های تشخیص را نشان می‌دهد. با توجه به احتمال آماره‌های به دست آمده و بزرگتر بودن آنها از 0/05 نشان می‌دهد که فرضیه H_0 مبنی بر عدم وجود همبستگی سریالی بین جملات خطا (ضریب لاگرانژ)، عدم تورش تصریح (آزمون رمزی)، توزیع نرمال جملات خطا (آزمون برا-چارکو) و عدم وجود ناهمسانی واریانس جملات خطا رد نمی‌شود.

جدول 3- نتایج آزمون‌های آماری

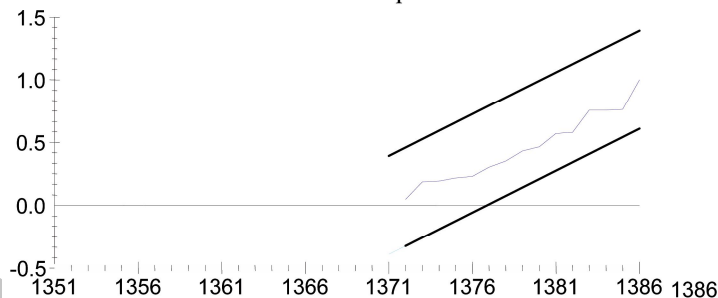
نوع آزمون	نوع آزمون	مقدار آماره	احتمال
ضریب لاگرانژ	X_{sc}^2	1/19	0/27
رمزی	X_{FF}^2	1/50	0/22
برا-جارکو	X_N^2	0/03	0/98
وایت	X_H^2	0/38	0/53

مأخذ: نتایج تحقیق

8- آزمون‌های ثبات ساختاری

آزمون‌های ثبات برای مشخص کردن ثبات مدل و تعیین وجود یا عدم وجود شکست ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تشخیص این امر، از آزمون‌های مجذور تجمعی¹ و مجذور تجمعی باقیمانده² استفاده می‌شود. نتایج این آزمون‌ها در نمودارهای 1 و 2 آورده شده است. با توجه به دامنه 5 درصدی و نمودار شکل گرفته در محدوده آن، می‌توان با اطمینان 95 درصد ادعا نمود که الگو از ثبات لازم برخوردار است.

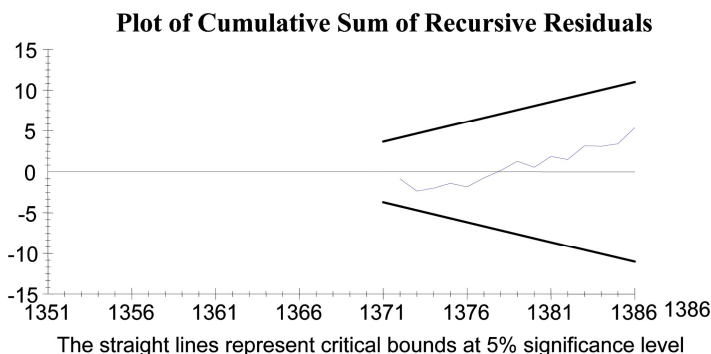
Plot of Cumulative Sum of Squares of Recursive Residuals



The straight lines represent critical bounds at 5% significance level

نمودار 1- پسمانده‌های تکراری جمع انباشته

1- Cumulative Sum
2- Cumulative Sum of Square



نمودار 2- پسماندهای تکراری مربع جمع انباشته

9 - نتایج برآورد بلند مدت الگو

جدول 4- نتایج حاصل از ضرایب بلند مدت الگو $ARDL(2,0,1,1,1)$

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t
$\ln(S_k)$	0/14	0/02	5/09
$\ln(S_h)$	0/40	0/08	4/91
$\ln(S_r)$	0/29	0/15	1/92
$\ln N$	-0/96	0/08	-10/73
D_{59-60}	-0/12	0/04	-2/50
R^2	0/93	\bar{R}^2	0/91

مأخذ: نتایج تحقیق

نتایج برآورد الگو شماره (7) نشان می‌دهد که علامت تمامی ضرایب برآورده شده با مبانی نظری مطابقت دارد، کشش تولید ناخالص داخلی سرانه نسبت به سرمایه فیزیکی نشان می‌دهد که 1 درصد تغییر در سرمایه فیزیکی، تولید ناخالص داخلی سرانه را به میزان 0/14 درصد تغییر (افزایش یا کاهش) می‌یابد. تأثیر سرمایه انسانی مثبت و از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد و کشش تولید ناخالص داخلی سرانه نسبت به سرمایه انسانی نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در سرمایه انسانی منجر به 0/4 درصد تغییر در تولید ناخالص داخلی سرانه می‌شود. کشش تولید ناخالص داخلی سرانه نسبت به هزینه‌های تحقیق و توسعه نشان می‌دهد که با تغییر 1 درصدی در هزینه‌های تحقیق و توسعه 0/29 درصد تغییر در تولید ناخالص داخلی سرانه ایجاد می‌شود در نهایت با 1 درصد افزایش در نرخ رشد جمعیت فعال

تولید ناخالص داخلی سرانه به میزان $0/96-$ در صد کاهش می یابد¹. متغیر مجازی D_{59-60} به عنوان انقلاب فرهنگی پس از انقلاب در نظر گرفته شده، که در این دوسال ثبت نام در دانشگاه ها وجود نداشته است که می تواند واکنشی را در سرمایه انسانی و به دنبال آن در تولید به همراه داشته باشد. ضریب این متغیر مجازی برابر با $0/12-$ می باشد، که تأیید کننده اثر کاهشی آن بر تولید ناخالص داخلی سرانه می باشد.

10- نتایج آزمون مدل تصحیح خطا (ECM)

با توجه به اینکه الگوهای تصحیح خطا نوسانات کوتاه مدت متغیرها را به مقادیر تعادلی بلندمدت آنها ارتباط می دهد. (نوفرستی 1378). ضریب ECM به دست آمده برای الگو برابر با $0/33-$ می باشد نشانگر این است که در هر دوره 33 درصد از انحراف در تولید ناخالص داخلی از مسیر بلند مدت، در دوره بعد توسط متغیرهای الگو تصحیح می شود.

جدول 5- نتایج آزمون مدل تصحیح خطا

متغیر	ضرایب	انحراف استاندارد	آماره t
$S_k dL$	0/02	0/008	2/46
$S_h dL$	2/8	0/83	3/3
$S_r dL$	0/09	0/10	2/37
dLN	-0/13	0/06	-1/94
$N_1 dL$	0/26	0/11	2/26
D_{59-60}	-0/04	0/01	-3/12
$ECM (-1)$	-0/33	0/06	-5/29

مأخذ: نتایج تحقیق

11- نتیجه گیری

در تئوری های رشد درونزا، ابداع و نوآوری که حاصل تحقیق و توسعه است به عنوان یک نوع پیشرفت فنی درونزا مطرح نموده اند و از طریق اثر مستقیم آن بر بهره وری عوامل تولید تأثیر آن را بر رشد مورد توجه قرار می دهند. همچنین تأثیر غیرمستقیم آن از طریق انباشت سرمایه بر رشد مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق با آزمون های مختلف در مورد دستیابی و ثبات متغیرها نشان داده شد که متوسط سالهای تحصیل شاغلان به عنوان سرمایه انسانی و با کسش $0/4$ اثر مثبت و معنی

1- با توجه به اینکه متغیر وابسته به صورت سرانه می باشد اثر رشد جمعیت فعال منفی خواهد بود.

داری بر روی رشد داشته است. که با نتایج ژاکوب و دیگران (1998) و کمیجانی و معمار نژاد (1383) مطابقت دارد. لذا سرمایه‌گذاری از طریق افزایش مهارت نیروی کار و گسترش امکانات آموزشی و همچنین آموزش ضمن خدمت می‌تواند رشد بالاتری به همراه داشته باشد.

از طرف دیگر با توجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار تحقیق و توسعه و اثرات ناشی از سررسز آن در طول زمان بر رشد اقتصادی و منطبق بر تحقیقات یولکو (2004)، دولیک و فوستر (2008) و شاه آبادی (1385) می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که افزایش سهم اعتبارات تحقیقاتی در بودجه کل کشور و سایر مواردی که بتواند به مخترعان و دانش پژوهان کشور در این زمینه کمک نماید، باعث افزایش نرخ رشد اقتصادی کشور خواهد شد.

منابع

امینی، علیرضا، (1388) "بازنگری و به روز رسانی آمارهای سری زمانی موجودی سرمایه ثابت فیزیکی به بخش‌های اقتصادی در دوره 86-1338"، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، دفتر نظارت برنامه.

امینی، علیرضا و حجازی آزاد، زهره، (1387) "تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل (TFP) در اقتصاد ایران." فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دهم، شماره 35.

برانسون، ویلیام.اچ، (1386) "تنوری و سیاست‌های اقتصاد کلان"، ترجمه عباس شاکری، نشر نی، چاپ دوم.

تشکینی، احمد. اقتصاد سنجی کاربردی به کمک مایکروفیت (Microfit)، تهران انتشارات دیباگران در گاهی، حسن و قدیری امرالله، (1382) "تجزیه و تحلیل عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی ایران (با مروری بر الگوهای رشد درون زا"، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره 26.

شاه آبادی، ابوالفضل، (1386) "اثر سرمایه گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران"، فصلنامه علمی - پژوهشی جستارهای اقتصادی، سال چهارم، شماره 7.

صفدری، مهدی و کریم، محمد حسین و خسروی، محمد رسول، (1387) "بررسی تأثیر سرمایه اجتماعی بر رشد اقتصادی ایران"، فصل نامه اقتصادی مقدراری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره پنجم، شماره 2، صفحات 61-39.

- کميجانی، اکبر و معمارنژاد، عباس، (1383) "اهمیت کیفیت نیروی انسانی و تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی ایران"، فصلنامه پژوهش نامه بازرگانی، شماره 31.
- نوفرستی، محمد "ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی"، تهران، انتشارات رسا.
- Aghion, P. and P. Howitt 1998, 'Endogenous Growth Theory', MIT Press, CambridgeMass.
- Barro, R& Sala -i-Martin 1995, Economic Growth , New York, mcGrow Hill.
- Denison, Edward F. 1967, 'Why growth rates differ: postwar experience in nine Western countries', Washington, DC: Brookings Institution
- Dulleck.u & Foster, N. 2008, Imoported Equipment, Human Capital and Economic Growth in Development COUNTRY. Economic Analyisi Policy, Vol. 38, no. 2.
- Fu, X & Dietzenbacher, E & Los, B. 2004, The Contribution of Capital to Economic Growth, The Faculty of economic, University of E Groningen.
- Griliches, Zvi 1997, 'Education, human capital and growth', a personal perspective, in Journal of Labor Economics, Vol. 5, 1, pp. S330-S344.
- Jacobs, B & Nahuis, R & Tang, P.J.G. 1998, Huma capital, R & D, Productivity Growth and Assimilation of Technologies in the Netherlands , CPB Research Memo random.
- Kuznets, S 1959, Six Lectures on economic growth, The Free press ,Glencoe.
- Mankiw, N. G & Romer, D & Weil, D.N. 1992, A Contribution to the Empirics of Economic Growth. The Quarterly Journal of Economic, Vol. 107. No. 2, PP. 407-437.
- Nonneman. W & Vanhoudt, P. 1996, A Further Augmentation of Solow Model and the Quarterly Economic Growth. The Journal of Economic, Vol. 111, No. 3, PP. 943-953.
- Pesaran, M. H. and Shin, Y, 1998, 'Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models', Economic Letters, 58, pp.17-29.
- Pesaran. H., Shin. Y. Smith. R. 2001, Bounds Testing Approaches To The Analysis of Level Relationships, Journal of Applied Econometrics.
- Sultz, T.W. 1961, 'Investment in Human Capital, 'American Economic Review, vol.51,No.1.PP.1-17
- Ullku, H. 2004, R & D, Innovation and Economic Growth An Empirical Analysis. IMF Working Paper.