

نقش انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت

ابوالفضل شاه‌آبادی*

استادیار دانشگاه بوعلی سینا، همدان

امید رحمانی**

کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۱

چکیده

این مقاله به ارزیابی نقش انباشت تحقیق و توسعه (R&D) داخلی و خارجی (از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای) بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) بخش صنعت اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۷ می‌پردازد. از آنجاکه فعالیت‌های تحقیق و توسعه بخش صنعت ایران نسبت به کشورهای توسعه یافته ناچیز است، بنابراین می‌توان به نقش انباشت تحقیق و توسعه خارجی و سرریزهای آن بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید این بخش متمرکز شد. زیرا جذب سرریزهای تحقیق و توسعه خارجی در کنار توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، زمینه مساعدتری برای ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید فراهم می‌آورد. نتایج بیانگر آن است که سرمایه انسانی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی، به ترتیب، دارای بیشترین تأثیر مثبت بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت هستند. همچنین، اثر متقابل انباشت تحقیق و توسعه خارجی با سرمایه انسانی، تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران دارد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، بخش صنعت، انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی، سرمایه انسانی

طبقه‌بندی JEL: O11, O31, O40, E23

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahabadia@gmail.com

**پست الکترونیکی: rahmaniomid60@gmail.com

1. مقدمه

بررسی مؤلفه‌های رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و برخی کشورهای در حال توسعه که گوی سبقت را از دیگر کشورهای در حال توسعه ربوده‌اند، نشان می‌دهد سهم رشد بهره‌وری کل عوامل در تسریع رشد اقتصادی، گاه از سهم رشد موجودی سرمایه و نیروی کار پیشی گرفته است. در اقتصاد ایران نیز، تحقق سند چشم‌انداز بیست ساله که بر اساس آن جمهوری اسلامی ایران در سال 1404 باید به قدرت اول اقتصادی و علمی منطقه تبدیل شود، مستلزم رشد اقتصادی هشت درصدی در سال است.¹ بهره‌وری به دلیل ماهیت اندیشه و دانش‌محوری که دارد در سایر ابعاد شکوفایی اقتصادی نظیر نوآوری، کیفیت، مدیریت و حتی اقتصاد کلان آثار مثبت و غیرقابل انکاری را به دنبال خواهد داشت.

از سوی دیگر، در قرون بیست و بیست و یک، بدون تردید یکی از کانال‌های عمده تسریع رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت آنهاست. اهمیت بخش صنعت و نقش و سهم اساسی آن به منزله مهم‌ترین عامل محرک رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه کاملاً برجسته است. به طوری که بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که توسعه بخش صنعت به سود سایر بخش‌های اقتصاد است، بدین صورت که بین بخش‌های مختلف اقتصاد ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و رشد و توسعه بخش صنعت باعث ترغیب سایر بخش‌های اقتصادی شده و سبب افزایش اشتغال، تولید و درآمد در کل اقتصاد خواهد شد. دستیابی به رشد و توسعه مستمر و با ثبات در بخش صنعت و نیل به سوی اهداف موردنظر، نیازمند توجه خاص به عوامل تأثیرگذار در تسریع رشد و توسعه این بخش است که در میان این عوامل مؤثر، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارای نقش برجسته و در خور تأمل است. حال از آنجا که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید² نقش مهمی در توسعه و شکوفایی بخش صنعت برعهده دارد، بنابراین، توجه به عوامل تأثیرگذار در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت، از اهمیت فراوانی برخوردار است. عوامل مؤثر بر بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت عبارتند از: پیشرفت و نوآوری فناوری، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه³ خارجی، سرمایه‌گذاری سرمایه‌گذاری در تجهیزات جدید و مهارت‌های نیروی کار.

با توجه به آنچه بیان شد، هدف این مطالعه آزمون اهمیت انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت اقتصاد ایران است. اگرچه مطالعات متعددی هم از بُعد نظری و هم از بُعد تجربی در خصوص اثر نقش انباشت

¹ Mehrabi (2002)

² Total Factors Productivity (TFP)

³ Research & Development

تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنایع کشورهای عضو¹ OECD صورت گرفته، انجام این مطالعات در مورد کشورهای درحال توسعه بسیار اندک است و از آنجا که فعالیت‌های انجام شده در خصوص انباشت تحقیق و توسعه بخش صنعت اقتصاد ایران نسبت به کشورهای توسعه یافته اندک بوده و از سوی دیگر، با توجه به اینکه عمده واردات کالا در اقتصاد ایران واردات کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای از کشورهای توسعه یافته است، بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده صحیح از کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای وارداتی به منظور جذب فناوری می‌تواند نقش بسزایی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران داشته باشد. در ادامه مقاله، پس از بررسی مبانی نظری و مطالعات تجربی، مدل مربوط ارائه شده و با استفاده از تکنیک‌های متداول اقتصادسنجی اقدام به تخمین نقش انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت اقتصاد ایران طی دوره زمانی 1338 تا 1387 می‌نماید و در نهایت به تفسیر نتایج، جمع‌بندی و ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود.

2. مبانی نظری و مطالعات تجربی

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مطالعات نظری اقتصاددانانی چون، رومر² (1990)، گروسمن و هلپمن³ (1991، 1990) و آقیون و هوویت⁴ (1992) الگوهای رشدی طراحی نمودند که حتی در شرایط ثابت بودن سرمایه فیزیکی و نیروی کار، می‌توانند نشان‌دهنده رشد اقتصادی باشند. به عقیده این محققان رشد اقتصادی از طریق گسترش زمینه‌های تحقیق و توسعه، انتشار علم و دانش، توسعه سرمایه انسانی، افزایش تخصص و کاهش هزینه‌های تولید ناشی از توسعه فناوری تحقق می‌یابد. در الگوهای ارائه شده از این اقتصاددانان، رشد اقتصادی ناشی از عوامل برونزا قلمداد نمی‌شود، بلکه در این الگوها منشأ رشد اقتصادی تغییرات درونزای فناوری در نظر گرفته شده است. این تغییرات نیز خود از طریق انتشار و استفاده‌های پی‌درپی از نتایج تحقیق و توسعه، نوآوری و پیشرفت فناوری حاصل می‌شود.

از سویی استدلال‌های زیادی مطرح شده است مبنی بر اینکه، مشارکت بیشتر در بازرگانی بین‌المللی، رشد اقتصادی و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را تقویت می‌کند. نخست آنکه، عموماً باور بر این است که انتقال بین‌المللی فناوری با جریان بازرگانی ارتباط دارد. واردات

¹ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

² Romer

³ Grossman and Helpman

⁴ Aghion and Howitt

کالاها و خدمات تولید شده از سوی طرفهای تجاری، باعث استفاده مؤثرتر از منابع موجود کشور واردکننده می‌شود و در نتیجه موجب افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید آن کشور می‌گردد. دوم آنکه، استدلال می‌شود هر چه بخش‌های بیشتری از اقتصاد در معرض رقابت بین‌المللی قرار گیرند، میزان برخورد با فناوری برتر و فشار برای اتخاذ و تطبیق چنان فناوری جهت حفظ قدرت رقابتی بیشتر خواهد بود.¹ سوم آنکه، استدلال می‌کنند مردم کشورهایی که به تغییر عادت دارند، در این کشورها اندیشه‌های جدید با سرعت بیشتری پذیرفته خواهند شد. در حالی که جذب سریع اندیشه‌های نوین در کشورهای منزوی محتمل نیست.²

کو و هلیمن با ارائه مدل رشد مبتنی بر پژوهش و توسعه با وجود بخش تجارت خارجی مسیر جدیدی از بررسی پیشرفت فناوری فراهم آوردند که جهت‌گیری‌شان بر فعالیت‌های نوآوری³ در واکنش به مشوق‌های اقتصادی به‌عنوان عامل محرک پیشرفت فناوری و رشد بهره‌وری استوار است.⁴ مطالعات کو و مقدم⁵ (1993) و گرلیچز⁶ (1988) نیز بیانگر این است که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده رشد بهره‌وریکل عوامل تولید یک اقتصاد است. از سویی، با وجود تجارت بین‌الملل در کالاها و خدمات و مبادله اطلاعات و انتشار دانش در سطح بین‌المللی، می‌توان انتظار داشت، بهره‌وری هر کشور به انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه شرکای تجاری آن کشور بستگی دارد.

در ادامه، به‌طور خلاصه به مرور برخی مطالعات انجام شده در این زمینه، می‌پردازیم. لویز و همکاران⁷ (2008) به تحلیل اثرهای بلندمدت سرمایه R&D داخلی و خارجی بر TFP ده زیربخش صنعتی در شش کشور توسعه یافته،⁸ پرداخته‌اند. نتایج بیانگر آن است که، اگرچه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در هر یک از زیربخش‌های داخلی، باعث تولید فناوری در عرصه ملی شده و تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد، سرریزهای تحقیق و توسعه زیربخش‌های مختلف، برای دیگر زیربخش‌های همان کشور و شرکای تجاری آنها، اثرهای مثبت بزرگ‌تری بر روی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به همراه خواهد داشت.

¹ Baumol (1986) and Alam (1992)

² Lewis (1955)

³ Innovation

⁴ Coe and Helpman (1995)

⁵ Coe and Moghadam

⁶ Griliches

⁷ Lopez et al.

⁸ فنلاند، فرانسه، ایتالیا، ایالات متحده آمریکا، کانادا و اسپانیا.

همچنین، شواهد تجربی نقش ارتباطات تجاری را به‌عنوان کانال انتقال فناوری خارجی، تأیید می‌کند.

کو، هلپمن و هافمستر¹ (2008 و 2009) نقش نهادها و سرریزهای R&D بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل کشورهای عضو OECD طی دوره زمانی 1970-2004 بررسی کرده‌اند. نتایج گزارش شده، تأثیر مثبت انباشت سرمایه R&D داخلی و خارجی بر روی رشد TFP را تأیید می‌نماید. به‌علاوه، مقاله نشان می‌دهد که با وجود تأثیر مثبت سرمایه انسانی بر TFP، حتی با ثابت در نظر گرفتن تأثیر سرمایه انسانی، انباشت سرمایه R&D داخلی و خارجی دارای آثار مهم و قابل اندازه‌گیری بر TFP هستند. نتایج بیانگر آن است که اختلاف نهادها در درجه تأثیرپذیری از سرریزهای R&D، نقش تعیین‌کننده بر TFP آن نهادها خواهد داشت.

دلارز انون هایگن² (2007) به مطالعه رابطه بین انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و تأثیر آنها بر بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) صنایع انگلستان طی دوره 1970-1997 پرداخته است. در این مقاله صنایع انگلستان در هشت زیربخش طبقه‌بندی شده‌اند.³ شواهد به دست آمده بیانگر تأثیر مثبت سرمایه‌گذاری بلندمدت در فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع انگلستان است. از طرف دیگر، نتایج به‌دست آمده، بیانگر این مطلب است که انباشت تحقیق و توسعه خارجی سهم معناداری در ارتقای TFP بخش صنعت انگلستان بر عهده ندارد.

مندی⁴ (2007) به بررسی شواهدی از اهمیت انتقال بین‌المللی فناوری به‌عنوان مکانیزم ویژه انتشار فناوری، با استفاده از نمونه 16 کشور⁵ از اعضای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD) در دوره 1971-1995 می‌پردازد. نتایج مقاله بیانگر آن است که انباشت تحقیق و توسعه داخلی، اثر قوی و معناداری بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید داخلی دارد. شایان ذکر است، انباشت تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای G7 نسبت به سایر کشورهای مورد مطالعه دارای اثر قوی‌تری بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید است. همچنین در این مقاله به اثر انتشار

¹ Coe et al.

² Dolores Anon Higon

³ خوراکی، آشامیدنی و دخانیات - منسوجات و چرم - چوب و تولیدات چوبی - کاغذ و محصولات کاغذی - شیمیایی، قیر، مصنوعات پلاستیکی و لاستیکی - تولیدات معدنی غیرفلزی - صنایع و تولیدات فلزی - ماشین آلات، تجهیزات حمل‌ونقل و سمعی و بصری.

⁴ Mendi

⁵ استرالیا، بلژیک، کانادا، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، ایتالیا، ژاپن، هلند، نروژ، پرتغال، اسپانیا، سوئد، انگلستان، ایالات متحده آمریکا.

فناوری بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته است، نتایج بیانگر تأثیر مثبت و معنادار انباشت تحقیق و توسعه خارجی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است.

ماسولسی¹ (2007) به بررسی ارتباط بلندمدت بین تحقیق و توسعه داخلی، تحقیق و توسعه خارجی و تحقیق و توسعه دانشگاهی با بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) برای 13 کشور² از کشورهای OECD طی دوره 1981-1998 پرداخته است. با توجه به شواهد به‌دست آمده از مقاله، از بین این سه متغیر، انباشت تحقیق و توسعه داخلی با اهمیت‌ترین عامل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و بیشترین کشش تولیدی را دارد (بین 0/14 و 0/47). در حالی‌که کشش تولید داخلی نسبت به انباشت تحقیق و توسعه خارجی دارای اهمیت کمتری در مقایسه با انباشت تحقیق و توسعه داخلی است (بین 0/06 و 0/09). البته نتایج بیانگر این است که در 13 کشور مورد مطالعه، کشش تولید داخلی نسبت به انتقال تحقیق و توسعه خارجی به اندازه این کشورها نیز بستگی دارد.

امینی (2008) به تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل (TFP) در اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی سال‌های 1347-1383 با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی سال‌های 1347-1383 می‌پردازد. نتایج برآورد نشان می‌دهد در بلندمدت سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی و نرخ بهره‌برداری از ظرفیت‌ها، اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری داشته‌اند. در دوره، به‌رغم روند افزایشی سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و شاخص‌های سرمایه انسانی، شاخص بهره‌وری کل عوامل رشد بسیار ناچیزی داشته و تنها 5 درصد رشد تولید بلندمدت را تأمین کرده است. مهم‌ترین دلایل آن، کاهش رقابت‌پذیری اقتصاد، مدیریت نادرست تخصیص منابع و استفاده غیربهبینه از منابع موجود ذکر شده است.

ربیعی (2008) با استفاده از مدل ریاضی به اهمیت تحقیق و توسعه، سرریزهای حاصل از تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی، به روش حداقل مربعات معمولی پرداخته است. نتایج بیانگر آن که، در ایران به دلیل جایگاه بسیار نازل تحقیق و توسعه در آموزش عالی، کاربردی نبودن تحقیقات، فقدان سیاست‌گذاری‌ها، مشخص نبودن اولویت‌ها و دولتی بودن تحقیقات، تحقیق و توسعه به‌طور مستقیم، نقش قابل‌توجهی بر رشد اقتصادی ندارد. همچنین، به‌دلیل وارد نشدن فناوری از کشورهای پیشرفته و صاحب فناوری، سرریزهای تحقیق و توسعه، نشان‌دهنده اثر ناچیزی بر رشد تولید هستند.

¹ Musolesi

² فنلاند، نروژ، دانمارک، بلژیک، هلند، اسپانیا، کانادا، ایتالیا، انگلستان، فرانسه، آلمان، ژاپن، ایالات متحده آمریکا.

واعظ و همکاران (2007) به بررسی نقش هزینه‌های تحقیق و توسعه بر ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا می‌پردازد. یافته‌های مطالعه نشان‌دهنده نقش مؤثر شاخص تحقیق و توسعه در رشد ارزش افزوده صنایع با فناوری برتر است. بدین لحاظ، یافته‌های این مطالعه بر تأمین و توسعه منابع مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری کارآمد تحقیق و توسعه در صنایع متکی بر فناوری پیشرفته تأکید دارد.

شاه‌آبادی (2007) به ارزیابی نقش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از طریق تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل طی دوره 1338-1382 می‌پردازد. نتایج تحقیق بیانگر این است که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه خارجی سرمایه انسانی، صادرات کالا و خدمات، شاخص‌های باز بودن، شدت سرمایه، نرخ ارز واقعی و ذخایر بین‌المللی تأثیر مثبت بر روی بهره‌وری کل عوامل دارد. همچنین متغیر نرخ تورم و متغیر موهومی انقلاب اسلامی و جنگ تحمیلی دارای تأثیر منفی بر بهره‌وری کل عوامل هستند. همچنین نتایج بیانگر آنکه هر چه اقتصاد نسبت به تجارت خارجی (با شرکای تجاری توسعه یافته دارای انباشت سرمایه بالا) بازتر و هر چه جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتر و هر چه نیروی انسانی جامعه آموزش‌دیده‌تر باشد، تأثیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی بر بهره‌وری کل عوامل بیشتر خواهد بود.

کمیجانی و معمارنژاد (2004) با استفاده از مدل رشد تغییر درونزای فناوری رومر (1990) به بررسی نقش کیفیت نیروی انسانی و R&D در رشد اقتصادی ایران پرداخته‌اند. نتایج بیانگر تأثیر مثبت نیروی کار، سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی و درآمدهای حاصل از صادرات نفت و تأثیر منفی تورم و متغیر مجازی انقلاب اسلامی است. نکته قابل توجه آنکه، به دلیل حجم اندک و نسبت پایین سرمایه‌گذاری R&D به GNP (در مقایسه با متوسط جهانی) و ساختار سنتی و غیرکارخانه‌ای صادرات غیرنفتی، بین دو متغیر R&D و صادرات غیرنفتی با رشد اقتصادی، ارتباط معناداری پدیدار نشد.

3. ارائه مدل

تمرکز مطالعه حاضر بر روی اثر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران است. بنابراین، براساس مبانی نظری و مطالعات تجربی، عوامل مهم تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت اقتصاد ایران عبارتند از:

- **انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی:** بر اساس نظریه‌های رشد اقتصادی درونزا و مطالعات تجربی گرلیچز (1988)، کو و مقدم (1993)، ماسولسی (2007)، دلارز انون هایگن (2007) و کو، هلپمن و هافمستر (2008 و 2009)، ابداع را موتور پیشرفت فناوری دانسته و بیان می‌دارند فناوری محصول کارخانه تحقیق و توسعه است. بنابراین، بهره‌وری کل عوامل تابع انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی است. زیرا فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی موجب تولید کالاها و خدمات قابل تجارت و استفاده مؤثرتر از منابع موجود می‌گردد و در ضمن فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی موجب استفاده کارآمدتر از منابع داخلی و جذب فناوری پیشرفته خارجی می‌شود. این عامل نه تنها منجر به خلق فناوری برای ساخت کالاهای جدید می‌گردد، بلکه راه‌های جدیدی برای به‌کارگیری مؤلفه‌های تولید و یا مواد اولیه نوظهور نیز ایجاد می‌کند. همچنین، تحقیقات نه تنها باعث افزایش بازدهی خصوصی می‌شود، بلکه به دلیل افزایش در دانش بشری موجب افزایش بازدهی اجتماعی نیز می‌گردد. در این تحقیق نماد LnS^d را برای انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی به کار می‌بریم.
- **انباشت سرمایه R&D خارجی:** بر اساس نظریه‌های اخیر رشد اقتصادی و تجارت بین‌الملل و مطالعات تجربی رومر (1990)، گروسمن و هلپمن (1991) و کو، هلپمن و هافمستر (2008 و 2009)، در صورت وجود تجارت بین‌الملل میان کشورها، بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران، به انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی همانند انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی بستگی دارد. منافع انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی نیز می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باشد. بنابراین، بازرگانی بین‌الملل از طریق افزایش دسترس به کالاهای واسطه‌ای نیز رشد بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران را بالا می‌برد. زیرا در صورت تجارت بین‌الملل کشورها می‌توانند از نهاده‌های تولید شده شرکای تجاری نیز استفاده نمایند. نماد LnS^f را نیز برای انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی به کار می‌بریم.
- **سرمایه انسانی:** بر اساس مطالعات رومر (1987)، ربلو (1987)، استرلی¹ (1991) و کو، هلپمن و هافمستر (2008 و 2009) در توضیح رشد اقتصادی و بهره‌وری کل عوامل تولید کشورهای پیشرفته صنعتی، سرمایه انسانی نقش مهمی دارد و سهم عمده‌ای از رشد ارزش افزوده بخش صنعت این کشورها ناشی از توسعه سرمایه انسانی

¹ Easterly

است. با توجه به اینکه سرمایه انسانی در گسترش و تعمیق فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و جذب تحقیق و توسعه بین‌المللی و پویایی آن نقش مؤثری بر عهده دارد؛ بنابراین، بر اساس مطالعات صورت گرفته، متغیر سرمایه انسانی را نیز در کنار متغیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی و سایر متغیرها به‌طور جداگانه وارد مدل می‌نماییم و شاغلان دارای تحصیلات بالاتر از دیپلم را به عنوان جانشین متغیر سرمایه انسانی در نظر می‌گیریم و نماد H را برای سرمایه انسانی به کار می‌بریم.

بنابراین، می‌توان نوشت:

$$TFP_{indus} = f\left(S_{indus}^d, S_{indus}^f, H_{indus}\right) \quad (1)$$

$$S_{indus}^d \geq 0, S_{indus}^f \geq 0, H_{indus} \geq 0 \quad \text{که}$$

است و همچنین

$$\frac{\partial TFP_{indus}}{\partial S_{indus}^d} > 0, \frac{\partial TFP_{indus}}{\partial S_{indus}^f} > 0, \frac{\partial TFP_{indus}}{\partial H_{indus}} > 0$$

است. به عبارت دیگر، معادله بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت را می‌توان به صورت

زیر نوشت:

$$\ln TFP_t = a + b_1 * \ln S_t^d + b_2 * \ln S_t^f + b_3 * \ln H_t + e \quad (2)$$

قبل از تخمین و بررسی عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت اقتصاد ایران و ارائه نتایج، توجه به نکات زیر، برای اطلاع ضروری است:

1. آمارهای کلان و اطلاعات مربوط به ارزش افزوده بخش صنعت، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، نیروی کار، شاغلان دارای تحصیلات دانشگاهی، اعتبارات تحقیقاتی در این بخش، اعتبارات تحقیقاتی هفت کشور پیشرفته و صنعتی موسوم به گروه هفت (G7)¹ و واردات کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای از این کشورها به صورت سری زمانی است.²
2. به دلیل ناسازگاری آمارهای ارائه شده سازمان‌های مختلف با یکدیگر، اطلاعات مورد

¹ ایالات متحده امریکا، آلمان، انگلیس، ایتالیا، فرانسه، ژاپن و کانادا.

² I.R.I. Custom

استفاده برای محاسبه R&D داخلی، مستقیماً از قوانین بودجه سنواتی در سال‌های مختلف جمع‌آوری شده است.

3. انباشت اولیه R&D داخلی در اولین سال دوره مورد مطالعه، بر طبق فرمول گریلیچز (1988) محاسبه شده است:¹

$$S_0 = \frac{R_1}{(g + e)} \quad (3)$$

R_1 بیانگر هزینه R&D اولین سالی که موجود است، e نرخ استهلاک و g لگاریتم متوسط

رشد سالانه مخارج R&D طی دوره‌ای که آمار هزینه R&D موجود است و در ضمن انباشت سرمایه R&D داخلی در هر سال برابر است با:

$$S_t = (1 - d)S_{t-1} + R_t \quad (4)$$

نرخ استهلاک انباشت سرمایه R&D برای کشورهای گروه هفت و ایران به ترتیب 5 درصد و 10 درصد در نظر گرفته شده است.

4. با توجه به اینکه بیش از 96 درصد از فعالیت‌های R&D در جهان در کشورهای توسعه یافته صورت می‌گیرد و از کل فعالیت‌های R&D انجام شده در کشورهای توسعه یافته، بیش از 90 درصد در کشورهای بزرگ صنعتی صورت می‌گیرد. از سویی، عمده واردات کشور از کشورهای بزرگ صنعتی را کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای تشکیل می‌دهد. بنابراین، انباشت سرمایه R&D کشورهای پیشرفته صنعتی گروه هفت (موسوم به G7) را از طریق جمع وزنی واردات به داخل ایران، در سطوح مخارج R&D انباشته شده در کشورهای G7 و با استفاده از فرمول زیر که کو و هلپمن (2008) آن را ارائه دادند، محاسبه و در مدل لحاظ شده است:

$$S^f = \sum_{j=i} \frac{m_{ij}}{m_i} S_j^d, = 1,000,7 \quad (5)$$

m_{ij} جریان واردات کالا از هر یک از کشورهای پیشرفته صنعتی G7 مورد مطالعه، m_i کل

واردات ایران از کشورهای G7 ($m_i = \sum m_{ij}$).

S^d انباشت سرمایه R&D داخلی هر یک از کشورهای G7.

¹ در مقاله کو و هلپمن در سال 2008 نیز از این شاخص استفاده شده است.

5. تابع تولید برآوردی در این مطالعه برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت از نوع کاب - داگلاس است. بدین ترتیب، برای بررسی عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران، ابتدا با استفاده از شاخص زیر، بهره‌وری کل عوامل تولید محاسبه می‌شود:

$$TFP_{indus} = \frac{VA_{indus}}{L_{indus}^a K_{indus}^b} \quad (6)$$

یا

$$\ln TFP_{indus} = \ln VA_{indus} - a * \ln L_{indus} - b * \ln K_{indus} \quad (7)$$

TFP_{indus} بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت، VA_{indus} ارزش افزوده بخش صنعت اقتصاد ایران، L_{indus} نیروی کار بخش صنعت، K_{indus} انباشت سرمایه فیزیکی بخش صنعت، α کشش ارزش افزوده بخش صنعت نسبت به نیروی کار بخش صنعت، β کشش ارزش افزوده بخش صنعت نسبت به سرمایه فیزیکی بخش صنعت، t زمان.

طبق فرمول، برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت به تعیین سهم عامل کار و موجودی سرمایه فیزیکی بخش صنعت نیاز داریم. از این رو برای محاسبه، اقدام به تخمین تابع تولید بخش صنعت با حضور دو متغیر توضیحی L_{indus} ، K_{indus} نموده‌ایم. نتایج تخمین بیانگر سهم عامل نیروی کار و موجودی سرمایه فیزیکی بخش صنعت در رشد ارزش افزوده این بخش به ترتیب 49 و 51 درصد است.

6. با توجه به آنکه اعتبارات تحقیقاتی و به تبع آن، بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران به شرایط سیاسی و محیطی وابسته است. در مدل مورد استفاده در این مطالعه، متغیر مجازی انقلاب اسلامی در نظر گرفته شده است. بدین منظور، برای انقلاب اسلامی، نماد $D57$ را وارد مدل نموده‌ایم.

4. تخمین و تحلیل نتایج

برای آزمون تأثیرگذاری انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت، معادله 2 را با استفاده از داده‌های سالانه دوره 1338-1387 و روش OLS مورد برازش قرار گرفت. همچنین، به منظور جلوگیری از تخمین رگرسیون جعلی (کاذب)، پایایی متغیرهای معادله بهره‌وری کل

عوامل تولید، از طریق آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)، بررسی کرده که نتایج آن در جدول پایین آمده است.

جدول ۱. آزمون ریشه واحد در سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها

متغیر	روند	عرض از مبدأ	تعداد وقفه	محاسبه ADF آماره شده	مقادیر بحرانی مکینون		
					%1	%5	%10
$LnTFF$	-	C	.	-1/12	-3/57	-2/92	-2/60
LnS^*	-	C	1	-1/23	-3/58	-2/92	-2/60
LnS^*	-	C	1	-0/59	-3/58	-2/92	-2/60
LnH	-	C	1	-1/61	-3/58	-2/92	-2/60
$\Delta LnTFF$	-	C	1	-5/96	-3/58	-2/92	-2/60
ΔLnS^*	-	C	0	-5/38	-3/58	-2/92	-2/60
ΔLnS^*	-	C	0	-9/83	-3/58	-2/92	-2/60
ΔLnH	-	C	0	-4/07	-3/58	-2/92	-2/60

همان طور که در جدول مشاهده می شود، تمام متغیرهای مستقل و همچنین متغیر وابسته در سطح نامانا بوده ولی تفاضل مرتبه اول آنها ماناست. به عبارتی، همه متغیرهای مستقل و متغیر وابسته، هم انباشته از مرتبه یک هستند. در ادامه، مدل را در سطح متغیرها برآورد کرده و مانا بودن جملات پسماندها در سطح مشخص شد. بنابراین، با توجه به اینکه، در این مدل، متغیرها از مرتبه یک $I(1)$ هم انباشته بوده و جملات پسماند در سطح مانا $I(0)$ هستند، ترکیب خطی این متغیرها همگراست و امکان بررسی رابطه بلندمدت در سطح متغیرها و بدون تفاضل گیری فراهم شده و احتمال وجود رگرسیون کاذب منتهی است.¹

قبل از برآورد مدل رگرسیون برای اطمینان از وجود یا نبود مشکلات احتمالی رگرسیون، آزمون های دیگری نیز انجام شده است، از آن جمله، آزمون وایت برای تشخیص وجود یا نبود ناهمسانی واریانس، آزمون خودهمبستگی، آزمون نرمال بودن باقی مانده ها و آزمون رمزی برای فرم تابعی مدل است. که پس از آزمون ها، در صورت مشاهده مشکلی در مدل، اقدام به رفع نواقص نموده ایم. همچنین، پس از تعیین رابطه همگرایی بین متغیرهای مورد بحث، به منظور تبیین رفتار کوتاه مدت متغیرها، از مدل تصحیح خطای برداری استفاده شده است. در این مدل از ترکیب اطلاعات بلندمدت با سازوکار تعدیل کوتاه مدت استفاده می شود. به عبارت دیگر، نوسانات کوتاه مدت یک متغیر به مقدار بلندمدت آن مرتبط می گردد. همچنین، به دلیل آنکه،

¹ Samadi (2007)

متغیرها دارای ریشه واحد از مرتبه یک $I(1)$ هستند، بنابراین تفاضل مرتبه اول آنها پایا بوده و از این‌رو مدل تصحیح خطا، یک مدل پایدار است و هیچ نگرانی راجع به احتمال وقوع رگرسیون کاذب وجود نخواهد داشت. نتایج حاصل از مدل تصحیح خطای برداری نشان می‌دهد تخمین معادلات تصحیح خطا با متغیرهای درونزای مدل اصلی هماهنگی داشته و به لحاظ منطقی تا حدود زیادی مناسب به نظر می‌رسند. در معادله بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ملاحظه می‌شود این متغیر نسبت به عدم تعادل در متغیر انباشت سرمایه $R\&D$ داخلی و سرمایه انسانی، به ترتیب، با سرعت $0/01$ و $0/008$ تعدیل می‌شود. ولی انباشت سرمایه $R\&D$ خارجی نسبت به عدم تعادل در بهره‌وری کل عوامل تولید تعدیل نمی‌شود.

همچنین، برای بررسی پویایی رفتار در الگو، از دو معیار تابع واکنش آنی و تجزیه واریانس استفاده شده است. در اولی واکنش متغیرهای درونزا را می‌توانیم با استفاده از ایجاد تکانه در متغیرهای درونزا بررسی نموده و در دومی سهم یا درصد مشارکت تکانه‌های حاصل در متغیرهای مذکور را در واریانس خطای پیش‌بینی متغیرها بررسی کنیم. در این قسمت با استفاده از تابع واکنش آنی و تجزیه واریانس، تحلیل‌های پویای بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت صورت گرفته است. با توجه به جدول ارائه شده در پیوست این مطالعه، در بین تکانه‌های یک انحراف معیار که بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت، از جانب متغیرهای توضیحی وارد شده است، در سالهای ابتدایی دوره، تکانه‌هایی که از سوی متغیر سرمایه انسانی و انباشت سرمایه $R\&D$ خارجی وارد شده، به ترتیب، دارای بیشترین اثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت هستند. در حالی که در دوره، به تدریج تکانه‌های وارد شده از سوی متغیر انباشت $R\&D$ خارجی افزایش یافته و در مقایسه با سایر متغیرها، دارای بیشترین اثر بر متغیر وابسته است. همچنین، در میان متغیرهای توضیحی، اثر تکانه متغیر انباشت سرمایه $R\&D$ داخلی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، در طی زمان تقریباً ثابت بوده و دارای کمترین اثر بر متغیر وابسته است. نتایج تخمین‌ها نشان از تأثیر مثبت متغیرهای مستقل LnS^d ، LnS^f ، LnH ، LnL و $LnLS^f$ و $LnHLS^f$ بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران دارد. همان‌گونه که در جدول 2 نشان داده شده، همه معادله‌ها دارای آماره F معنادار و توان برازش بالای $R^2 = 0/98$ هستند. در میان تخمین‌ها، مدل 1 که در ستون اول جدول قرار داشته، از جنبه اقتصادسنجی مناسب‌تر از سایر تخمین‌ها به نظر می‌رسد.

نتایج تحقیق حاضر بر اساس نظریه‌های جدید رشد درونزا و تجارت بین‌الملل حاکی از تأثیر مثبت انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و نسبت شاغلان تحصیل‌کرده به کل شاغلان (سرمایه انسانی) بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول مذکور، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی

تأثیر مثبت محسوس و از جنبه آماری معنادار بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت دارند. ولی انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی دارای تأثیر مثبت، اما کم‌رنگ و در بیشتر تخمین‌ها از نظر آماری بی‌معنا بر بهره‌وری کل عوامل تولید این بخش است. بنابراین، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی تأثیر بیشتر و معنادارتری نسبت به انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت دارد. که این امر، دلایل مختلفی را شامل می‌شود. از جمله آنکه، سرمایه‌گذاری‌های انجام شده بر روی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بخش صنعت کشور، اندک و ناچیز بوده و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی نتوانسته منجر به ایجاد تحول و پویایی فناوری در بخش صنعت کشور گردد.

از سویی، شاهد افزایش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه جهانی به‌ویژه در کشورهای صنعتی و کاهش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی کشور در بخش صنعت در دوران بعد از انقلاب اسلامی، به دلیل تحریم اقتصادی و فقدان واردات کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای از کشورهای بزرگ صنعتی و به دنبال آن، تغییر ترکیب شرکای تجاری از کشورهای بزرگ صنعتی به کشورهای آسیایی و کوچک صنعتی در دوران پس از انقلاب اسلامی و کاهش میزان واردات واقعی کالاهای واسطه‌ای - سرمایه‌ای مورد نیاز بخش صنعت هستیم. از همین منظر نیز می‌توان دلیل منفی و معنادار بودن ضریب متغیر مجازی انقلاب اسلامی (D57) را توجیه نمود. همچنین، به دلیل کمبود نیروی کار تحقیقاتی در بخش صنعت ایران نسبت به سطح جهانی و نبود ارتباط میان مراکز علمی - پژوهشی داخل و خارج از کشور، تاکنون بخش صنعت به‌عنوان یک بخش زیربنایی نتوانسته مراکز تحقیقاتی منسجم و مستمری در جهت ساماندهی بخش تحقیقات دایر نماید.

همچنین به‌جای متغیرهای LnS^f و LnH در مدل 1، از متغیر $HLLnS^f$ در مدل 2 استفاده شده است. مشاهده می‌شود، متغیر $HLLnS^f$ دارای تأثیر مثبت و از نظر آماری معنادار بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران است. به عبارتی، اثر متقابل انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی با وجود سرمایه انسانی، بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت مؤثرتر از متغیرهای سرمایه انسانی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی به صورت جداگانه است. به بیان دیگر، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی در صورتی بر رشد بهره‌وری کل عوامل مؤثر خواهد بود که، سرمایه انسانی مناسب، به‌منظور زمینه‌سازی برای جذب آن انباشت، وجود داشته باشد.

جدول 2. نتایج تخمین معادله بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت

متغیر	2	1
LnS^d	0/025 (0/26)	0/055 (0/85)
LnS^f	-	0/15 (2/03)
LnH	-	0/26 (4/99)
$HLLnS^f$	0/93 (2/39)	-
Dw	-	-0/07 (-1/31)
T	0/01 (0/85)	-
$AR(1)$	0/80 (9/62)	0/44 (2/90)
R^2	0/98	0/98
F	620/3	540/6
DW	1/87	1/70

5. جمع‌بندی و پیشنهادها

هدف این مطالعه، آزمون مدل کمی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران است. نتایج به‌دست آمده، بیانگر این مطلب است که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، خارجی و سرمایه انسانی (نسبت شاغلان تحصیل‌کرده به کل شاغلان) تأثیر مثبت و از جنبه آماری معنادار، بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران دارند. اما تأثیر مثبت انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، کوچک بوده و از جنبه آماری معنادار نیست. همچنین، هر چه بخش صنعت اقتصاد ایران دارای نسبت شاغلان تحصیل‌کرده بیشتری (سرمایه انسانی بالاتر) در این بخش باشد، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی تأثیر بیشتری بر روی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت خواهد داشت.

نکته قابل توجه آنکه، به‌دلیل ناچیز بودن نسبت بودجه‌های تحقیقاتی بخش صنعت به ارزش افزوده این بخش و عرضه محور بودن تحقیق و توسعه موجب کوچکی بازار تحقیق و توسعه داخلی و پایین بودن ضریب انباشت تحقیق و توسعه داخلی شده است. زیرا از یک‌سو شاهد

محدودیت عرضه تحقیق و توسعه داخلی (عمدتاً متکی به منابع مالی دولتی) بوده و از سوی دیگر، شاهد محدودیت تقاضا تحقیق و توسعه داخلی (به دلیل تحریف قیمت نسبی عوامل به نفع عامل سرمایه فیزیکی و به ضرر سایر مؤلفه‌های تولید به‌ویژه تحقیق و توسعه) هستیم که این امر سبب کاهش انگیزه فعالان اقتصادی برای انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه و سرمایه‌انسانی خواهیم بود، بنابراین به منظور ارتقای رشد بهره‌وری کل عوامل و افزایش قدرت رقابت‌پذیری بخش صنعت ضروری است اقداماتی جهت بهبود نقش و جایگاه فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه‌انسانی در جهت فرآیندسازی تبدیل عرصه بخش صنعت مبتنی بر سرمایه فیزیکی (به‌ویژه وارداتی) به صنعت متکی بر دانش، دانایی، سرمایه‌انسانی و فناوری‌های نوین از طریق اصلاح قیمت نسبی عوامل به منظور سودآور نمودن فعالیت‌های تحقیقاتی توسط بخش خصوصی و افزایش نسبت بودجه‌های تحقیقاتی بخش صنعت به ارزش افزوده این بخش نمود.

همچنین، کشورهای در حال توسعه می‌توانند از طریق واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای اقدام به پر کردن شکاف فناوری نمایند. اما به‌رغم اینکه حجم قابل توجهی از واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بخش صنعت (به‌ویژه در دوران قبل از انقلاب اسلامی) از کشورهای توسعه یافته با فناوری بالا و کشورهای دارای وزن اصلی انباشت تحقیق و توسعه جهانی صورت گرفته، تأثیر مثبت انباشت تحقیق و توسعه خارجی بر بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت متناسب با میزان واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای نبوده و نتوانسته نقش جدی در جهت کاهش شکاف فناوری موجود این بخش، ایفا نماید. این موضوع را می‌توان مربوط به کم‌توجهی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه‌انسانی دانست. زیرا به‌نظر می‌رسد زمانی سرریزهای فناوری از طریق واردات می‌تواند موجب پرکردن شکاف فناوری و افزایش رشد بهره‌وری کل عوامل گردد که آن بخش دارای سطحی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه‌انسانی برای جذب سرریزها باشند. به بیان دیگر، در صورت عدم اصلاح ساختار اقتصادی و عدم گسترش بازار مؤلفه‌های جدید دانش‌محور، نمی‌توان انتظار داشت، صرفاً از طریق سرریز انباشت تحقیق و توسعه کشورهای توسعه یافته (از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای)، قدرت رقابت‌پذیری بخش صنعت افزایش یابد. بنابراین، اصلاح قیمت نسبی عوامل با نگرش حرکت از صنایع سرمایه‌محور به صنایع دانش‌محور جهت گسترش بازار تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه‌انسانی برای جذب سرریزهای تحقیق و توسعه شرکای تجاری و بومی نمودن این سرریزها، الزامی است.

مآخذ

- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A growth model through creative destruction. *Econometrica*, 325-51.
- Alam, M. S. (1992). Convergence in developed countries: An empirical investigation. *Weltwirtschaftliches Archive*, 128 (2), 189-201.
- Amini, A. R., & Hejazi Azad, Z. (2008). Analysis the role of human capital and R&D on TFP of Iran's Economy. *Iranian Journal of Economic Research's*, 35 (10), 1- 30 (in Persian).
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence and welfare. *American Economic Review*, 76, 1075-85.
- Lopez-Pueyo, C., Barcenilla-V, S. & Sanau, J. (2008). International R&D spillovers and manufacturing productivity: A panel data analysis. *Structural Change and Economic Dynamic*, 19, 152- 172.
- Coe, D. T., & Moghadam, R. (1993). Capital and trade as engines of growth in France: An application of Johansen's cointegration methodology. *IMF Staff Papers*, 40, 542-666.
- Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Coe, D. T., Helpman, E. & Hoffmaister, A. W. (2008). International R&D spillovers and institution. *IMF Working Paper*, WP/08/104.
- Coe, D. T., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*, 53, 723-741.
- Dolores Anon Higon. (2007). The impact of R&D spillovers on UK manufacturing TFP. *Research Policy*, 36, 964- 979.
- Easterly, W. (1991). Distortions and growth in developing countries. *Working Paper*, World Bank.
- Griliches, Z. (1988). Productivity puzzles and R&D another nonexplanation. *Journal of Economic Perspectives*, 2, 9-21.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1990). Trade, innovation and growth. *American Economic Review*, 84, 1-13.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers and growth. *European Economic Review*, 35, 517-526.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991a). Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies*, 193(85), 43-61.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991b). Innovation and growth in the global economy. Cambridge, MA: The MIT Press.
- I.R.I. Central Bank, Iran's national accounts & balance sheet & economic reports, various Issue (in Persian).

- I.R.I. Custom, Foreign Trade Statistical Year- Book of Iran, various Issue (in Persian).
- Komijani, A., & Memarnejhad, A. (2004). Effects of human capital and R&D on economic growth in Iran. *Iranian Journal of Commercial Research*, 31, 1- 31(in Persian).
- Mehrabi, M. (2002). Research budgets change cycle of Iran. *Scientific Research Central*, Tehran, 1th Edition (in Persian).
- Mendi, P. (2007). Trade in disembodied technology and total Factor productivity in OECD countries. *Research Policy*, 36, 121-133.
- Musolesi, A. (2007). Basic stocks of knowledge and productivity: Further evidence from the hierarchical bayes estimator. *Economics Letters*, 95, 54-59.
- Nili, M. (2003). Industrial developing strategy. Tehran, 2ed Edition (in Persian).
- Rabiei, M. (2008).The role of R&D on economic development. *Iranian Journal of Technology Growth*, 15, 35- 40 (in Persian).
- Rivera-Batiz, L. A., & Romer, P. M. (1991). Economic integration and economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 531-55.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94, 1002-37.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Samadi, A. H. (2007). Spurious regression: Significance and consequence. *Iranian Journal of Economic Research's*, 32(9), 111- 136 (in Persian).
- Shahabadi, A. (2003). An investigation of the determining factors in Iran's total factor productivity. *NAMEH-YE-MOFID*, 9(38), 27- 56 (in Persian).
- Shahabadi, A. (2007). The role of FDI, international trade and human capital on total factor productivity in Iran. *Journal of Economic Essays*, 4(7), 99- 134 (in Persian).
- Vaez, M., & et al, (2007). The role of R&D on value added of high-tech industries. *Iranian Journal of Economic Surveys*, 4(4), 53- 72 (in Persian).

بیوست

الگوی تصحیح خطای برداری (VECM)

Date: 02/12/10 Time: 03:26				
Sample(adjusted): 1341 1387				
Included observations: 47 after adjusting endpoints				
Standard errors & t-statistics in parentheses				
Cointegrating Eq: CointEq1				
LNTFP(-1)	1.000000			
LNSD(-1)	16.04868 (358.750) (0.04474)			
LNSF(-1)	-15.02544 (333.396) (-0.04507)			
LNH(-1)	-2.362772 (46.4693) (-0.05085)			
C	-87.67544			
Error Correction:	D(LNTFP)	D(LNSD)	D(LNSF)	D(LNH)
CointEq1	-0.002650 (0.00247) (-1.07226)	-0.010977 (0.00427) (-2.56837)	0.003527 (0.00443) (0.79592)	-0.008618 (0.00406) (-2.12102)
D(LNTFP(-1))	0.050154 (0.14356) (0.34935)	-0.130920 (0.24831) (-0.52725)	0.569554 (0.25745) (2.21233)	0.493598 (0.23607) (2.09090)
D(LNTFP(-2))	-0.524350 (0.15837) (-3.31102)	-0.039829 (0.27391) (-0.14541)	-0.067342 (0.28399) (-0.23713)	0.304609 (0.26041) (1.16973)
D(LNSD(-1))	-0.107795 (0.09119) (-1.18209)	0.244880 (0.15772) (1.55260)	-0.122157 (0.16353) (-0.74701)	0.000817 (0.14995) (0.00545)
D(LNSD(-2))	-0.145799 (0.09087) (-1.60443)	-0.023353 (0.15717) (-0.14858)	-0.059188 (0.16296) (-0.36321)	-0.204942 (0.14943) (-1.37151)
D(LNSF(-1))	0.057883	-0.073873	-0.524685	-0.033900

	(0.09640)	(0.16673)	(0.17286)	(0.15851)
	(0.60047)	(-0.44308)	(-3.03526)	(-0.21386)
D(LNSF(-2))	-0.055881	-0.012768	-0.212620	0.024871
	(0.09190)	(0.15896)	(0.16481)	(0.15112)
	(-0.60803)	(-0.08032)	(-1.29011)	(0.16458)
D(LNH(-1))	0.137050	0.070006	0.162826	0.225821
	(0.09956)	(0.17220)	(0.17853)	(0.16371)
	(1.37657)	(0.40654)	(0.91201)	(1.37939)
D(LNH(-2))	0.025754	-0.230367	0.057449	-0.297806
	(0.09600)	(0.16604)	(0.17215)	(0.15785)
	(0.26828)	(-1.38745)	(0.33372)	(-1.88660)
C	0.059125	0.085418	0.047514	0.103701
	(0.02025)	(0.03503)	(0.03632)	(0.03330)
	(2.91919)	(2.43833)	(1.30819)	(3.11371)
R-squared	0.386589	0.233823	0.338559	0.474012
Adj. R-squared	0.228855	0.036806	0.168474	0.338758
Sum sq. resids	0.142863	0.427376	0.459411	0.386290
S.E. equation	0.063889	0.110502	0.114569	0.105056
F-statistic	2.450891	1.186819	1.990527	3.504610
Log likelihood	65.57978	40.92472	39.29838	43.19894
Akaike AIC	-2.470212	-1.374432	-1.302150	-1.475508
Schwarz SC	-2.068732	-0.972951	-0.900670	-1.074028
Mean dependent	0.040105	0.071725	0.043973	0.111782
S.D. dependent	0.072754	0.112594	0.125640	0.129194
Determinant Residual Covariance	2.10E-09			
Log Likelihood	194.1661			
Akaike Information Criteria	-6.674051			
Schwarz Criteria	-4.907536			

تجزیه واریانس LnTFP

Variance Decomposition of LnTFP					
Period	SE	LnTFP	LnS ₁	LnS ₂	LnH
1	0.062844	100	0	0	0
2	0.088851	88.81977	2.998331	3.180918	5.000986
3	0.10572	71.26788	4.871453	8.008549	15.85211
4	0.118804	58.16046	4.737246	13.08513	24.01717
5	0.12876	50.44379	4.171861	17.58716	27.79719
6	0.136915	45.53716	3.700443	21.7078	29.0546
7	0.144173	41.86243	3.337243	25.44064	29.35969
8	0.150861	38.76101	3.051999	28.78628	29.40072

9	0.157041	36.09204	2.833805	31.70987	29.36428
10	0.162732	33.82991	2.67612	34.22623	29.26774
11	0.167969	31.92785	2.566134	36.38181	29.12421
12	0.172815	30.3171	2.487977	38.23312	28.9618
13	0.177332	28.93383	2.429401	39.83049	28.80629
14	0.181567	27.72992	2.38316	41.21627	28.67066
15	0.185555	26.67181	2.345165	42.42582	28.5572
16	0.189324	25.73506	2.312802	43.48879	28.46334
17	0.192895	24.90033	2.284237	44.42971	28.38572
18	0.196289	24.15167	2.258257	45.26858	28.32149
19	0.199521	23.476	2.234153	46.02156	28.26829
20	0.202607	22.86274	2.211565	46.70171	28.22399
30	0.22725	18.85267	2.048111	51.10379	27.99543
40	0.244036	16.79186	1.960063	53.36103	27.88705
50	0.26543	13.2645	1.798462	57.19052	27.74652