بررسی توان جذب فناوری در اقتصاد ایران

بهزاد سلمانی (نویسنده مسئول)
دانشیار دانشگاه تبریز، ایران
behsalmani@gmail.com

فیروز فلاحی
دانشیار دانشگاه تبریز، ایران
firfal@yahoo.com

پرویز محمدزاده
دانشیار دانشگاه تبریز، ایران
pmpmohamadzaedeh@yahoo.com

اکبر انرجانی خسروشاهی
دانشگاه تبریز، ایران
akbar.anarjani@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۳ تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۳/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲

چکیده

امروزه این طور بیان می‌شود که صرفاً تکیه بر سرمایه فیزیکی و نیروی کار به عنوان منابع اصلی رشد اقتصادی، باعث می‌شود کشور در روند توسعه پایدار نسبت به سایر کشورها عقب‌تر حرکت کند. بهبود بهره‌وری از طریق پیشرفت‌های فناوری تنها راهی است که تضمین تداوم رشد اقتصادی را به دنبال دارد. بنابراین، مطالعه بالقوه اقتصاد از نوآوری‌های فناورانه و ظرفیت جذب فناوری به منظور تخصیص منابع کمیاب مؤثر و مهم است. در این راستا هدف اصلی این مطالعه بررسی توانایی جذب فناوری خارجی در اقتصاد ایران می‌باشد. برای این منظور، فرضیه قدرت جذب فناوری تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) با داده‌های آماری ایران در طی دوره ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۰ آزمون شد. بر اساس این نظریه، وجود سرمایه انسانی مناسب باعث می‌شود تا فناوری ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، واردات کالاهای سرمایه‌ای و قراردادهای همکاری بین کشورها بیشتر و بهتر جذب اقتصاد شود. ضمناً هرچه بخش تحقیق و توسعه قوی‌تر باشد، این جذب بیشتر خواهد بود. نتایج حاصل از تخمین مدل به روش هم‌جمعی جوهانسن و جوسیلیوس حاکی از مثبت و معنی‌دار بودن امکان جذب فناوری‌های خارجی به واسطه وجود سرمایه انسانی مناسب در ایران می‌باشد. در حالی که امکان جذب فناوری از کانال تحقیق و توسعه معنادار نبوده و تأثیر معناداری بر سطح فناوری در ایران نمی‌تواند داشته باشد. در مجموع اقتصاد ایران به طور عمده توانایی جذب فناوری از طرف سه مؤلفه مهم جذب را دارا می‌باشد.

واژگان کلیدی

جذب فناوری؛ بهره‌وری کل عوامل؛ تحقیق و توسعه؛ سرمایه انسانی؛ اقتصاد.

مقدمه

امروزه اگر کشورهای در حال توسعه برای رشد اقتصادی، تنها متکی به افزایش سرمایه فیزیکی و نیروی کار باشند و افزایش آنها را راهکار رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی بدانند، از رشد پایدار در فرایند توسعه اقتصادی عقب خواهند ماند. تاکنون کشورهای در حال توسعه هم درک کرده‌اند که تنها عامل اصلی رشد مستمر منجر به توسعه اقتصادی، افزایش رشد اقتصادی از طریق ارتقاء بهره‌وری ناشی از پیشرفت فناوری در تابع تولید است. در این میان، فناوری نقش کلیدی را بر عهده داشته و به عنوان عنصر اصلی و راهبردی در برنامه‌های توسعه‌ای همه کشورها نگریسته می‌شود. این بدان علت است که عامل پیشرفت فناوری علاوه بر عامل مهم در افزایش سطح فیزیکی تولید کشورها، به عنوان حلقه ارتباطی مراحل مختلف توسعه اقتصادی نیز می‌باشد. به طوری که کشورها بدون رسیدن به سطح معینی از علم و فناوری، نمی‌توانند به مراحل بعدی و بالاتر توسعه اقتصادی و فناوری دست یابند. از این رو است که اقتصاددانان همواره بر بیشتر بودن اهمیت نسبی رشد علم و فناوری نسبت به مزیت نسبی منابع و عوامل تولید تأکید می‌کنند. به این دلیل تولید فناوری در داخل و همچنین جذب و بکارگیری فناوری‌های پیچیده روز جهان در تخصیص منابع همه جوامع جایگاه ویژه‌ای با هدف تولید و پیشرفت فناوری به خود گرفته است.

تقویت فناوری هم دو منبع داخلی و خارجی دارد. منبع داخلی عبارت است از: اختراعات و نوآوری‌های حاصل از نهادهای تولید فکر کشور (مراکز تولید سرمایه انسانی مانند دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های R&D[1]) و منبع خارجی هم واردات فناوری و جذب و یادگیری آن در داخل است. منظور از جذب فناوری، تجزیه و تحلیل، یادگیری و شناسایی علوم نهفته در فناوری خارجی و افزودن آنها به مجموعه دانسته‌های علمی فناوری کشور

1. Research & Development (R&D).

است. راهکار تقویت فناوری از دو منبع داخلی و خارجی به طور همزمان باعث تسریع در فرایند رشد علمی و فناوری کشور می‌شود. اما شرط عملی شدن این راهکار، این است که کشور توانایی جذب فناوری خارجی را داشته باشد. بنابراین داشتن توانایی جذب فناوری، به عنوان عامل اصلی و راهبردی و همچنین شتاب دهنده مراحل توسعه صنعتی فناوری کشور شناخته می‌شود. در نتیجه، شناخت متغیرها و عوامل مهم تأثیرگذار بر توان جذب فناوری برای برنامه‌ریزان اقتصادی و تصمیم‌گیران سیاسی در داخل کشور مهم و حیاتی است. در این راستا، قصد داریم تا توانایی و قدرت اقتصاد ایران را در شناسایی، یادگیری و جذب فناوری خارجی، با داده‌های سری زمانی در طی دوره ۱۳۴۷-۱۳۹۰ بررسی و آزمون کنیم[۱]. برای نیل به این هدف، مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است:

پس از مقدمه ابتدا در بخش دوم ادبیات موضوعی مرور شده و سپس در بخش‌های سوم و چهارم به ترتیب به ارائه الگو، تخمین و تفسیر نتایج تجربی آن پرداخته و نهایتاً در بخش پایانی مقاله هم نتیجه‌گیری از یافته‌های تخمین و ارائه توصیه‌های سیاستی بحث می‌شود.

مروری بر ادبیات موضوع

ارتقاء بهره‌وری از طریق رشد فناوری یکی از اهداف اصلی اقتصاد هر کشور است. زیرا با منابع تولیدی موجود، تنها عاملی که می‌تواند منحنی امکانات تولید را به سمت بیرون انتقال دهد، ارتقاء بهره‌وری و فناوری است. واردات فناوری از خارج و سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و فعالیت‌های R&D به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر سطح فناوری و بهره‌وری عوامل تأثیر می‌گذارند [۱۱]. اثر مستقیم آن به راحتی قابل درک است اما اثر غیرمستقیم آن را باید در برخورد و تعامل با متغیرهای علمی جامعه جستجو کرد. یعنی بزرگی اثر غیرمستقیم واردات فناوری بر پیشرفت فناوری، به میزان توانایی جامعه (میزان سرمایه انسانی و R&D) بستگی دارد [۱۲]. سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و فعالیت‌های R&D (فعالیت‌های ظرفیت‌ساز) نیز اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر ارتقاء فناوری و بهره‌وری خواهد داشت. اثر مستقیم سرمایه‌های ظرفیت‌ساز از اینجا ناشی می‌شود که توان جامعه را در ابتکارات و شکل دادن به ایده‌های نو بالا می‌برد و بدین ترتیب تولید فناوری و ارتقاء بهره‌وری را منجر می‌شود. اما اثر غیرمستقیم آن این است که وقتی فناوری خارجی وارد می‌شود، جامعه داخلی می‌تواند با میزان سرمایه انسانی و فعالیت‌های R&D موجود به یادگیری تکنیک‌ها و علوم نهفته در فناوری خارجی پرداخته و در حد توان علمی کشور آنها را به دایره فناوری داخل کشور اضافه کند. این تعریف و ساز و کار فرضیه جذب فناوری در ادبیات اقتصاد فناوری است.

هر چه زیر بنای علمی کشوری قوی‌تر باشد، در شناسایی فناوری و استفاده از دامنه و حیطه علمی فناوری خارجی موفق‌تر عمل می‌کند و قدرت جذب فناوری بالایی خواهد داشت [۱۳]. در حالت برعکس، کشور ضعیف نمی‌تواند فناوری خارجی را به خوبی هضم کند و از منافع غیرمستقیم فناوری‌های وارداتی بهره‌مند شود. وانگ و بلومسترام[۲] (۱۹۹۲) تأکید می‌کنند که انتقال فناوری به طور اتوماتیک صورت نمی‌گیرد و باید کشور گیرنده فناوری توانایی جذب آن را داشته باشد [۱۴]. فرضیه جذب از جانب اثرات غیرمستقیم سرمایه‌های ظرفیت‌ساز نیز به این شکل قابل بیان است که قدرت تأثیرگذاری غیرمستقیم سرمایه انسانی و R&D بر پیشرفت فناوری، بستگی به میزان واردات فناوری دارد. بنابراین دو عنصر واردات فناوری و فعالیت‌های ظرفیت‌ساز به عنوان مکمل هم، برای بهبود فناوری و بهره‌وری اثر همدیگر را تکمیل می‌کنند.

موری و اکسلی[۳] (۱۹۹۵) برای واردات عمده فناوری، کانال‌های واردات کالاهای سرمایه‌ای، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) (واردات فناوری کالایی) و مبادله فناوری غیرکالایی[۴] را معرفی کرده است [۱۵]. با سرریز شدن فناوری از این کانال‌ها، سطح فناوری در جوامع بین‌الملل شدیداً به هم همبسته شده [۱۶] و گرایش به همگرایی دارند. رشد بالای کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته گواه این قضیه است.

افرادی مانند دلار (۱۹۹۲)، بن دیوید (۱۹۹۶)[۵]، کو و هلپمن[۶] (۱۹۹۵) و کو و همکاران (۱۹۹۷) اعتقاد دارند که تجارت خارجی علم و دانش جوامع مختلف را به اقتصاد داخل معرفی می‌کند [۱۱]. از سه کانال مهم انتقال فناوری شناسایی شده، دو کانال تجارت کالاهای سرمایه‌ای و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به خصوص در کشورهای در حال توسعه، قدرت انتقال فناوری بالاتری را دارند. آنچنان که مندی (۲۰۰۷) و کیم و همکاران (۲۰۰۹)[۷] اذعان می‌دارند، مبادرت به تجارت کالاها و شکل کالایی فناوری بهترین روش انتقال فناوری محسوب می‌شود [۱۷] و [۱۸].

درباره انتقال فناوری با FDI افرادی همچون گراسمن و هلپمن (۱۹۹۱) و هرمس و لنسیک (۲۰۰۳) باتن و وو (۲۰۰۹)[۸] اعتقاد دارند که FDI یک نقش مهم در مدرنیزه کردن اقتصاد کشورهای میزبان (به خصوص برای کشورهای در حال توسعه) دارد. زیرا شرکت‌های چند ملیتی

۱- علت محدود شدن دوره زمانی مطالعه به این بازه زمانی، در دست نبودن داده‌های آماری بعضی از متغیرهای مدل برای سایر سال‌ها است.

2. Wang and Blomstrom, 1992.
3. Mowery and Oxley, 1995.
4. Trade in Embodied & Disembodied Technology.
5. Dollar, 1992; Ben David, 1996.
6. Coe and Helpman, 1995;Coe et al, 1997.
7. Mendi, 2007 and Kim et al, 2009.
8. Grossman and Helpman , 1991; Hermes and Lensink, 2003; Baten and Vo, 2009.

سهم بزرگی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه جهان را به خود اختصاص داده‌اند و به این دلیل است که FDI به عنوان کانال مهیاسازی فناوری پیشرفته در بازارهای جهانی در نظر گرفته می‌شود [۱۹].

به لحاظ تئوریکی FDI باعث ارتقاء رشد اقتصادی از طریق انتقال و انتشار فناوری [۱۴] اثرات سرریز [۲۰]، حصول بهره‌وری و معرفی فرایند-های جدید و مهارت‌های مدیریتی[۲۱] در کشور میزبان می‌شود. با این حال بورنستین (۱۹۹۸)[1] و آلفارو (۲۰۰۴)[2] تأکید می‌کنند که اثر رشدی FDI زمانی ظاهر می‌شود که کشورهای میزبان دارای میزان مشخصی از اکتسابات تحصیلی باشند [۲۲] و [۲۳]. یعنی FDI زمانی موجب رشد می‌شود که یک سطح قابل قبولی از سرمایه انسانی در داخل کشور موجود باشد تا جامعه بتواند با ورود FDI، به شناسایی، شبیه‌سازی، بومی‌سازی و فراگیری علم پیرامون آن بپردازد. این همان بیان و اثبات فرضیه توانایی جذبی کوهن و لوینتال (۱۹۸۹)[3] است [۲۴].

فناوری غیرکالایی هم مانند موارد مذکور برای انتقال فناوری نیاز به سطح معینی از توانایی جذبی دارد [۱۵]. از نظر دولیک و فوستر (۲۰۰۸)[4] (۲۰۰۸)[4] در افزایش قدرت جذب فناوری، سرمایه انسانی و از نظر کوندو (۲۰۰۱)[5] نیز مخارج R&D تعیین کننده است [۲۵] و [۲۶]. به لحاظ تئوریکی برای آزمون فرضیه جذب فناوری، اثرات غیرمستقیم سرمایه‌های انسانی و R&D را بر پیشرفت فناوری آزمون می‌کنند. تأثیر اثرات متقابل سرمایه انسانی و فعالیت‌های R&D با کانال‌های انتشار فناوری خارجی، بر بهره‌وری کل عوامل، به منظور آزمون فرضیه جذبی وارد مدل‌های مطالعاتی می‌شود. اگر کشور توان جذب فناوری خارجی را داشته باشد، باید تأثیر روابط متقابل فعالیت‌های ظرفیت‌ساز با فناوری وارده (برخورد اثرات غیرمستقیم آنها) بر بهره‌وری کل عوامل مثبت باشد؛ هر چه قدرت جذب بیشتر باشد تأثیر مثبت متغیرهای ترکیبی هم بیشتر خواهد شد [۱۱]. در ادامه مطالعات تجربی صورت گرفته در زمینه فرضیه جذب مرور می‌شود.

تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) با استفاده از داده‌های سری زمانی پرتغال طی دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۱، به روش جوهانسن و جوسیلیوس نشان دادند که اثر مستقیم سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل کشور پرتغال مثبت است و فرضیه جذب فناوری از طرف تحقیق و توسعه را تأیید کردند [۱۱].

عبدالرساق و ماموم[6] (۲۰۱۲) تأثیر توان جذب فناوری بر سیستم‌های نوآوری را با تکنیک داده‌های پانلی ۱۱ کشور آفریقایی بررسی کرده‌اند. آنها رابطه مثبت بین قدرت جذب فناوری و میزان نوآوری را در این کشورها نتیجه می‌گیرند [۲۷].

در مورد آثار غیرمستقیم فعالیت‌های ظرفیت‌ساز و واردات فناوری به شکل فرضیه جذب فناوری هیچ مطالعه داخلی صورت نگرفته است و تعداد مطالعات تجربی خارجی نیز در مورد فرضیه قدرت جذب فناوری اندک می‌باشد. لذا وجه تمایز این مطالعه با مطالعات پیشین، بررسی اثرات غیرمستقیم فعالیت‌های ظرفیت‌ساز داخلی و واردات فناوری کالایی و غیرکالایی بر پیشرفت فناوری ایران در قالب فرضیه قدرت جذب فناوری است. اهم مطالعات داخلی و خارجی در این زمینه به صورت زیر است.

کو و همکاران (۱۹۹۷)[7] با استفاده از داده‌های پانلی طی دوره ۱۹۷۵-۱۹۷۵-۹۱ برای ۷۷ کشور در حال توسعه تأثیر R&D سرریز شده از کشورهای صنعتی بر روی TFP را مثبت برآورد کردند [۲۸].

کرسپو و همکاران (۲۰۰۴)[8] با داده‌های آماری مجموعه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در طی دوره ۱۹۸۵-۲۰۰۱، نتیجه گرفتند که اثر سرمایه انسانی و R&D در جذب فناوری مثبت است [۲۹].

مادسن (۲۰۰۷)[9] با استفاده از داده‌های آماری دوره ۱۸۷۰-۲۰۰۴ کشورهای OECD نتیجه گرفت که رابطه شدیدی بین TFP و واردات فناوری وجود دارد [۳۰].

امینی و حجازی آزاد (۱۳۸۷) با داده‌های آماری ایران در طی دوره ۱۳۴۸-۸۲ با تکنیک همجمعی ARDL ثابت کرد که در بلندمدت سرمایه‌های R&D و سرمایه انسانی، تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران دارد [۱].

شاه‌آبادی و رحمانی (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با داده‌های آماری ایران طی دوره ۸۵-۱۳۳۸ نتیجه گرفتند که انباشت تحقیق و توسعه داخلی و سرمایه انسانی تاثیر مثبت بر بر بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت ایران به دارند[۲].

شاه آبادی و سجادی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با داده‌های آماری ایران برای طی دوره ۸۷-۱۳۳۸ دریافتند که انباشت R&D داخلی و خارجی از کانال‌های واردات کالاهای سرمایه‌ای و FDI، نیروی کار و انباشت سرمایه فیزیکی تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارند[۳].

شاه آبادی و همکاران (۱۳۹۱) با داده‌های سری زمانی بخش صنعت ایران برای دوره ۸۸-۱۳۷۴ نتیجه گرفتند که در طول برنامه دوم توسعه ارتباط قوی میان سرمایه انسانی و جذب سرمایه خارجی و اثرات سرریز بر عملکرد صنعت وجود ندارد[۴].

1. Borensztein et al, 1998.
2. Alfaro et al, 2004.
3. Cohen & Levintal, 1989.
4. Dulleck & Foster, 2008.
5. Kondo, 2001.
6. Abdelrasaq & Mammo, 2012.
7. Coe & et al, 1997.
8. Crespo et al, 2004.
9. Madsen, 2007

روش شناسی تحقیق

در این بخش به معرفی مدل تحقیق، پایگاه اطلاعات آماری و تکنیک تخمین مدل پرداخته می‌شود. در این مطالعه، برای آزمون فرضیه قدرت جذب فناوری در اقتصاد ایران، از مدل تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) استفاده می‌شود. وی در مدلسازی فرضیه جذب فناوری، بخش اثرات غیرمستقیم سرمایه انسانی و R&D (روابط متقابل بین فعالیت‌های ظرفیت‌ساز و واردات فناوری) را برای آزمون فرضیه جذب، در مدل تجربی وارد کرده است. شکل رگرسیونی مدل خطی- لگاریتمی تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) به صورت زیر است:

$$Ft = \beta0 + \beta1ht+\beta2rdt + \beta3imcapt+\beta4disembodt +\beta5fdit + \beta6hfdit+\beta7hcapt + \beta8rdcapt+\beta9hdist + Ut \quad (1)$$

فرضیه قدرت جذب فناوری تیکسیا و فورتونا

همه متغیرهای مدل به صورت لگاریتم طبیعی هستند. به طوری که در آن F لگاریتم طبیعی بهره‌وری کل عوامل تولید[1] در سال t ام است. محققانی مانند بارو (۱۹۹۹) و لاو (۲۰۰۰)[2] [۵] ، مندی (۲۰۰۷)، تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) و افراد بسیار دیگری در اکثر موارد از بهره‌وری کل عوامل برای سنجش پیشرفت فناوری استفاده کرده‌اند. در این مطالعه هم به تبعیت از آنها بهره‌وری کل عوامل به عنوان شاخص سطح فناوری استفاده می‌شود. بهره‌وری کل عوامل تولید برای هر سال به صورت زیر محاسبه می‌شود [۶]:

$$\ln TFPt = \ln Yt - \beta \ln Kt - \alpha \ln Lt \quad (2)$$

که در آن F، Y، K، L، α، β، t به ترتیب بیانگر بهره‌وری کل عوامل تولید تولید ناخالص داخلی، موجودی سرمایه فیزیکی، تعداد شاغلان، کشش تولید ناخالص داخلی نسبت به نیروی کار، کشش تولید ناخالص داخلی نسبت به سرمایه فیزیکی و متغیر زمان می‌باشد [۶]. برای تخمین رابطه تولید، از شکل تبعی تابع تولید گاب-داگلاس استفاده شده است. بر اساس رابطه ۲، برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل باید سهم عامل نیروی کار و موجودی سرمایه فیزیکی (α و β) در تولید ناخالص داخلی تعیین شود. برای این منظور ابتدا موجودی سرمایه فیزیکی (K) با روش موجودی دائم (PIM)[3] محاسبه شده[4] و سپس اقدام به تخمین تابع تولید تولید با حضور دو متغیر توضیحی K و L[5] شده است. نتایج آن برای پارامترهای α و β به ترتیب برابر ۰/۶۱۸ و ۰/۳۸۲ شده است[6].

h متغیر انباشت سرمایه انسانی در داخل کشور است که در این مطالعه به تبعیت از تیکسیرا (۲۰۱۰) متوسط سال‌های تحصیل به عنوان شاخص سرمایه انسانی قابل انباشت در نظر گرفته شده است. داده‌های آماری این شاخص برای ایران از مطالعه امینی و حجازی آزاد (۱۳۸۷) و مرکز آمار ایران [۷] استخراج شده است.

rd لگاریتم طبیعی انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی است. انباشت سرمایه R&D داخلی نیز در هر سال برابر است با:

$$St = (1-\vartheta)S\ t-1 + Rt \quad (3)$$

در رابطه ۳، St انباشت مخارج تحقیق و توسعه داخلی در سال t ام است و Rt میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در سال جاری بر حسب قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بوده و S t-1 انباشت اولیه مخارج تحقیق و توسعه داخلی می‌باشد که با نرخ استهلاک (ϑ) تعدیل شده و با فرمول گریلچز[7] (۱۹۹۵) به صورت زیر محاسبه می‌شود [۳۱]:

$$S_0 = \frac{R_0}{(g + \vartheta)} \quad (4)$$

که R0 مخارج تحقیق و توسعه اولین سالی است که موجود می‌باشد و ϑ نرخ استهلاک و g لگاریتم متوسط رشد سالانه مخارج R&D است. اطلاعات آماری تحقیق و توسعه دولتی از مطالعه امینی و حجازی آزاد (۱۳۸۷) و قانون بودجه کل کشور و گزارش‌های اقتصادی سازمان برنامه و بودجه در سال‌های مختلف گرفته شده است [۸].

Imcap لگاریتم طبیعی میزان واردات کالاهای سرمایه‌ای در ایران است و این متغیر یکی از کانال‌های اصلی انتشار فناوری محسوب می‌شود. داده‌های آماری آن از گزارش‌های بخش خارجی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استخراج شده است. یکی از کانال‌های مهم واردات فناوری کالایی به کشور، واردات کالاهای سرمایه‌ای و فناورانه است.

disembod لگاریتم واردات فناوری غیرکالایی به کشور را نشان می‌دهد که میزان قراردادهای همکاری‌های علمی و فنی به عنوان شاخص واردات فناوری غیرکالایی [۱۵] در نظر گرفته شده است. همکاری‌های

1. Total Factor Productivity (TFP).
2. Barro, 1999; & lou, 2000.
3. Permanent Inventory Method (PIM).

۴- با توجه به این نکته که به فور در مطالعات داخلی مانند شاه‌آبادی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۸)، محمودزاده (۱۳۹۰)، ولی‌زاده (۱۳۸۸) و مطالعات خارجی بسیاری روش محاسبه موجودی سرمایه به روش (PIM) توضیح داده شده است، از آوردن مطالب تکراری روش محاسبه آن در این مقاله خودداری شده است.

۵- داده‌های آماری تعداد شاغلان و تشکیل سرمایه ثابت فیزیکی از مرکز آمار ایران استخراج شده شده است. این داده‌ها در سازمان بهره‌وری آسیا (APO, 2011) و (WDI, 2010) نیز قابل دسترسی است.

۶- محققان داخلی مانند امینی و حجازی (۱۳۸۶)، شاه‌آبادی (۱۳۸۶،۱۳۸۸) در مطالعات خود، سهم درآمدی نیروی کار (α) را نزدیک به ۰/۷ و سهم درآمدی سرمایه (β) را برابر با ۰/۳ و یا نزدیک به آن، برآورد کرده‌اند.

7. Griliches, 1995.

فنی شامل عملیات انتقال دانش و فناوری به صورت غیرملموس و خدماتی و مهارت‌های مدیریتی با هدف افزایش ظرفیت عمومی ملی در جذب فناوری، بدون سرمایه‌گذاری در طرح‌های سرمایه‌گذاری ویژه مرتبط با فناوری مورد نظر است [۳۲] مبادله و گرفتن اطلاعات فنی و کارمندان و کارشناسان متخصص از عناصر همکاری‌های فنی هستند. داده‌های آماری آن نیز از لوح فشرده بانک جهانی (۲۰۱۰) استخراج شده است.

fdi لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است که میزان ورودی آن به صورت درصدی از GDP در نظر گرفته شده است[۱]. داده‌های آن از سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های فنی ایران به دست آمده است [۹].

hfdi مؤلفه اول جذب است. این متغیر یکی از مؤلفه‌های مهم توانایی و قدرت جذب فناوری خارجی کشور از نظر تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) می‌باشد. این متغیر ترکیبی حاصل ضرب سرمایه انسانی بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌باشد. هر چه سرمایه انسانی کشور قوی‌تر باشد، فناوری نهفته در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بهتر تجزیه تحلیل و به مجموعه علوم و فناوری داخلی اضافه می‌کند.

hcap مؤلفه دوم جذب است. این متغیر ترکیبی یکی دیگر از عناصر مهم در سنجش قدرت جذب فناوری است که برابر با حاصل ضرب سرمایه انسانی در واردات کالاهای سرمایه‌ای است. این متغیر نیز در واقع نشان‌گر اثرات غیرمستقیم سرمایه انسانی و واردات فناوری بر پیشرفت فناوری و بهره‌وری است.

rdcap مؤلفه سوم جذب است. این متغیر ترکیبی حاصل ضرب انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی با واردات کالاهای سرمایه‌ای است. این متغیر هم مانند متغیرهای ترکیبی مذکور اثرات غیرمستقیم تحقیق و توسعه و واردات کالاهای سرمایه‌ای را بر رشد فناوری و بهره‌وری نشان می‌دهد.

hdis مؤلفه چهارم جذب است. این متغیر حاصل ضرب سرمایه انسانی با قراردادهای همکاری‌های فنی کشور است. در بخش فرضیه جذب رگرسیون تیکسیرا (۲۰۱۰) این متغیر نیز از طریق اثرات غیرمستقیم سرمایه انسانی و کانال مبادله فناوری غیرکالایی و درنتیجه یادگیری و جذب دانسته‌های فنی و علمی غیرکالایی یا غیرملموس اتباع خارجی به پیشرفت فناوری کمک می‌کند.

در این مطالعه با استفاده از روش خود توضیح برداری[۲] (VAR) و تکنیک همجمعی جوهانسن و جوسیلیوس[۳] (۱۹۹۵) به بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو و ارتباط متغیرهای مدل و همچنین برآورد بردار هم‌جمعی پرداخته می‌شود [۳۳].

نتایج تجربی

قبل از هر اقدامی، لازم است مانایی متغیرها با آزمون‌های ریشه واحدی مانند دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و فیلیپس- پرون (PP) مورد بررسی قرار گیرند. زیرا برای اجتناب از نتایج گمراه کننده ناشی از وجود متغیرهای نامانا در مدل، محققان اقدام به تجدید نظر در روش‌های برآوردی کرده و به طور نظام‌مند به بررسی مانایی متغیرها و هم‌جمعی بین آنها می‌پردازند [۱۰]. نتایج آزمون‌های ریشه واحد ADF و PP دلالت بر I(1) بودن متغیرهای مدل ۱ داشته است. حال باید رتبه الگوی VAR با استفاده از معیارهای اطلاعاتی آکائیک[۴]، شوارتز– بیزین[۵] و هنان‌کویین[۶] کویین[۶] وقفه بهینه الگوی VAR تعیین شده [۳۴] تا اطمینان حاصل شود که جملات اخلال خصوصیات کلاسیک را دارا خواهند شد. اغلب در نمونه‌های کوچک (کمتر از ۱۰۰ مشاهده) از معیار شوارتز برای تعیین وقفه استفاده می‌شود تا درجه آزادی زیادی از دست نرود. بر اساس این معیار، وقفه دوم به عنوان وقفه بهینه الگوی VAR انتخاب شده است[۷].

در روش جوهانسن و جوسیلیوس وجود تعداد بردارهای همجمعی با آماره‌های آزمون اثر (λ_{trace}) حداکثر مقادیر ویژه (λ_{MAX})، آزمون و تعیین می‌شوند. جوهانسن (۱۹۹۵) یکی از مشکلات تعیین تعداد بردارها را، پیشنهاد تعداد بردارهای متفاوت از طرف هر یک از این آماره‌ها می‌داند. ایندرز[۸] (۲۰۰۴) برای حل این مشکل بر اساس مطالعات تئوریکی و تجربی تجربی خود، به این نتیجه رسیده و پیشنهاد می‌کند که اگر توزیع جملات اخلال در الگوی VAR برآورد شده نرمال باشد، باید آماره آزمون حداکثر مقادیر ویژه ملاک قرار داده شود؛ و زمانی که توزیع جملات اخلال الگوی VAR نرمال نباشد، باید آماره آزمون اثر را در تعیین بردارهای هم‌جمعی به کار گیریم [۳۵]. در جدول‌هایی که در ادامه آمده است، نتیجه تعیین بردارهای هم‌جمعی آورده شده است.

۱- با توجه به این که میزان انتقال علم و فناوری به کشور از طریق FDI در این مطالعه مد نظر می‌باشد، تنها ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در نظر گرفته شده است نه خالص ورود FDI. همچنین قابل ذکر است که منفی شدن خالص ورود FDI در بعضی از سال‌ها مانع از گرفتن لگاریتم نیز می‌شود.

2. Vector Auto Regressive.

3. Johansen and Jusilius, 1995.

4. Akaike Information Criterion (AIC).

5. Schwarz Bayesian Information Criterion (SBIC).

6. Hannan - Quinn Information Criterion (HQIC).

۷- محدودیت حجم مقاله مانع از ارائه جداول مربوط به آزمون‌های ریشه واحد و تعیین وقفه بهینه شده است.

8. Enders, 2004.

جدول۱- نتایج آزمون اثر (λ_{trace}) در حالت عرض از مبدأ نامقید و عدم وجود روند زمانی در الگوی VAR

فرضیه صفر	فرضیه مقابل	آماره λ_{trace}	مقادیر بحرانی جوهانسن و جوسیلیوس (۱۹۹۰)
r =۰	r ≥۱	۴۴۶/۶۰۸۵	۲۳۳/۱۳
r ≤۱	r ≥۲	۳۲۹/۱۳۲۰	۱۹۲/۸۹
r ≤۲	r ≥۳	۲۳۶/۳۳۷۶	۱۵۶
r ≤۳	r ≥۴	۱۷۱/۳۵۷۰	۱۲۴/۲۴
r ≤۴	r ≥۵	۱۱۷/۳۷۲۷	۹۴/۱۵
r ≤۵	r ≥۶	۸۲/۶۴۹۴	۶۸/۵۲
r ≤۶	r ≥۷	۵۱/۱۰۲۷	۴۷/۲۱
r ≤۷	r ≥۸	۲۴/۸۲۲ *	۲۹/۶۸

*معرف پذیرش فرضیه صفر و وجود هفت بردار همجمعی در سطح ۵٪ معنی‌داری است.

جدول۲- آزمون مقادیر ویژه (λ_{MAX}) در حالت عرض از مبدأ نامقید و عدم وجود روند زمانی در الگوی VAR

فرضیه صفر	فرضیه مقابل	آماره λ_{MAX}	مقادیر بحرانی جوهانسن و جوسیلیوس (۱۹۹۰)
r =۰	r =۱	۱۳۷/۴۷۶۴	۶۲/۸۱
r ≤۱	r =۲	۹۲/۷۹۴۴	۵۷/۱۲
r ≤۲	r =۳	۶۴/۹۸۰۶	۵۱/۴۲
r ≤۳	r =۴	۵۳/۹۸۴۳	۴۲/۲۸
r ≤۴	r =۵	۳۴/۷۲۲۹ *	۳۹/۳۷

*معرف پذیرش فرضیه صفر و وجود چهار بردار هم‌جمعی در سطح ۵٪ معنی‌داری است

جدول۳- بردار بلندمدت نرمالیز شده نسبت به متغیر وابسته

نام متغیر	ضریب متغیر	انحراف معیار	مقدار آماره t
ft	۱	.....	.....
ht	۲/۵۹۳	۱/۹۵۱۴۷	۱/۳۳
rdt	-۱۴/۱۴۷۲ ***	۱/۱۵۲۲۱	-۱۲/۲۸
imcapt	-۱۱/۹۱۳۱۵ ***	۱/۲۳۵۳۷	-۹/۶۴
disembodt	-۰/۷۹۲۲۳۷ ***	۰/۱۳۳۰۸	-۵/۹۵
fdit	-۰/۱۹۷۱۴ ***	۰/۰۲۴۵۷	-۸/۰۲
hfdit	-۰/۱۰۰۸ ***	۰/۰۱۵۱۰۴	-۶/۶۸
hcapt	-۲/۰۲۲۱ ***	۰/۱۹۹۲۰۹	-۱۰/۱۵
rdcapt	۰/۲۰۲۰۶	۰/۱۳۴۷۱۲	۱/۵۰
hdist	-۰/۶۳۰۸۸ ***	۰/۰۸۸۸۶	-۷/۱۰
cons	۱۱۲/۳۶۳۷	.....	.....

منبع: یافته‌های تحقیق *** معنی داری در ۱٪

با توجه به تعداد بردارهای متفاوت تعیین شده از طرف آماره اثر (وجود ۷ بردار) و آماره حداکثر مقادیر ویژه (وجود ۴ بردار)، طبق پیشنهاد ایندرز (۲۰۰۴) جملات اخلال الگوی VAR با آزمون‌های جارکوا-برا[1]، چولگی[2] و کشیدگی[3] مورد آزمون قرار گرفت که نتایج آنها حاکی از نرمال بودن توزیع جملات اخلال در الگوی VAR است. بنابراین بر اساس آماره آزمون حداکثر مقادیر ویژه، وجود ۴ بردار همجمعی در بین متغیرهای مدل پذیرفته می‌شود.

بعد از اثبات شدن وجود ۴ بردار همجمعی، با استفاده از تخمین‌زن‌های حداکثر راست‌نمایی هر چهار بردار برآورد می‌شود. از بین چهار بردار برآورد شده، بردار اول تناسب بیشتری با تئوری‌ها و هدف مطالعه دارد. به همین دلیل بردار اول به عنوان بردار نهایی انتخاب شده است که نرمالیز شده آن نسبت به متغیر درون‌زای بهره‌وری کل عوامل در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

با توجه به نتایج ارائه شده جدول ۳ ضرایب تعادلی بلندمدت رگرسیون مورد بررسی به صورت زیر است:

imcapt + ۱۱/۹۱rdt+۱۴/۱۴ht + ۲/۵۹۳ ۱۱۲/۳۶ -= Ft

fdit +۰/۱۹۷۱disembodt + ۰/۷۹۲۲

hdist +Ut (5)۰/۶۲۰۸rdcapt+ ۰/۲۰۲hcapt+ ۲/۰۲hfdit + ۰/۱۰۰۸

ضرایب تعادلی بلندمدت مؤلفه‌های فرضیه قدرت جذب فناوری

با توجه به نتایج به دست آمده در بخش فرضیه قدرت جذب فناوری رگرسیون ۵، در بلندمدت:

تأثیر متغیر جذب hfdi (جذب فناوری FDI با سرمایه انسانی جامعه یا همان اثر غیرمستقیم سرمایه انسانی) بر سطح فناوری مثبت و معنی‌دار می‌باشد. یعنی طبق تئوری‌های بحث شده در مبانی نظری موضوع، سرمایه انسانی کشور می‌تواند فناوری نهفته در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (فناوری کالایی) را یاد گرفته و آن را جذب کند و کشور از اثرات غیرمستقیم مثبت سرمایه انسانی برای پیشرفت سطح فناوری بهره‌مند شود. بنابراین اقتصاد ایران توانایی جذب فناوری FDI را دارد و همچنین با توجه به معنی‌داری آن در سطح یک درصد، می‌توان بیان کرد که قدرت جذب بالایی از جانب اثرات غیرمستقیم سرمایه انسانی دارا است. این نتیجه با نتایج تجربی تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

تأثیر متغیر جذب hcap (جذب فناوری کالاهای سرمایه‌ای خارجی با سرمایه انسانی کشور) بر سطح فناوری ایران مثبت و معنی‌دار می‌باشد. یعنی سرمایه انسانی در جذب فناوری کالای سرمایه‌ای خارجی موفق بوده است. این نتیجه با مطالعات تئوریکی کوهن و لوینتال (۱۹۹۵)، بورنستین و همکاران (۱۹۹۸)، آلفارو (۲۰۰۴) و با مطالعه تجربی تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) سازگاری دارد. با توجه به این که ضریب این متغیر در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و همچنین در بین چهار متغیر جذب بزرگترین ضریب را داراست، می‌توان بیان کرد که اقتصاد ایران بیشترین توانایی جذب فناوری خارجی را از طریق کالاهای سرمایه دارد. این نتیجه با نظریه‌مندی (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

تأثیر متغیر جذب rdcap (جذب فناوری کالاهای سرمایه‌ای وارداتی از طریق اثر غیرمستقیم R&D) بر سطح فناوری غیرمثبت و بی‌معنی است. یعنی اقتصاد ایران از اثرات غیرمستقیم فعالیت‌های تحقیق و توسعه در جهت پیشرفت فناوری منتفع نمی‌شود. علت عدم تأثیر مثبت اثر غیرمستقیم انباشت سرمایه تحقیق و توسعه بر پیشرفت فناوری (بهره‌وری کل عوامل) را، می‌توان در مطالعات تجربی و تئوریکی کوندو (۲۰۰۱) جستجو کرد. وی به این نتیجه رسیده است که اثر غیرمستقیم فعالیت‌های تحقیق و توسعه زمانی بر روی پیشرفت فناوری آشکار می‌شود که مخارج تحقیق و توسعه همواره به صورت فزاینده همراه با واردات فناوری، افزایش یابد. در غیر این صورت اثر غیرمستقیم آن به صورت جذب فناوری آشکار نخواهد شد. زیرا روز به روز با پیچیده‌تر شدن فناوری‌های وارداتی، برای کشف فنون و یادگیری آنها، نیاز به فعالیت‌های تحقیق و توسعه مضاعفی می‌باشد. با نگاهی بر روند میزان تخصیص بودجه‌های اندک برای تحقیق و توسعه در اقتصاد ایران و همچنین مشکلات فراوان در پیرامون تخصیص همین بودجه اندک، به راحتی می‌توان طبق استدلال کوندو (۲۰۰۱) انتظار اثر غیرمثبت فعالیت‌های تحقیق و توسعه در فرایند جذب فناوری را در ایران داشته باشیم. یعنی به علت عدم وجود فعالیت‌های کافی برای تحقیق و توسعه، سرمایه‌های تحقیق و توسعه از نشان دادن نقش غیرمستقیم خود به عنوان عنصری از فرضیه و فرایند جذب، ناتوان مانده است.

تأثیر متغیر جذب hdis (جذب و یادگیری فناوری از واردات فناوری‌های غیرکالایی با سرمایه انسانی) بر سطح فناوری ایران مثبت و معنی‌دار می‌باشد. یعنی سرمایه انسانی جامعه ایرانی با یادگیری فناوری غیرکالایی خارجی حوزه فناوری کشور را بزرگ‌تر کرده و سطح فناوری را بهبود می‌بخشد. این نتیجه با تئوری‌های مربوطه در زمینه نقش مهم مبادلات فناوری غیرکالایی در انتقال فناوری و جذب آن سازگاری دارد. سرمایه انسانی در اقتصاد ایران در برابر فناوری غیرکالایی خارجی هم نقش مکمل خود را برای فعال شدن اثر غیرمستقیم آن ایفا کرده است و قدرت جذب فناوری غیرکالایی اقتصاد ایران نیز قابل ملاحظه می‌باشد.

در رگرسیون ۵، به غیر از سرمایه انسانی تأثیر اثرات مستقیم همه متغیرهای واردات فناوری و فعالیت‌های ظرفیت‌ساز مثبت و معنی‌دار می‌باشد. تأثیر مستقیم سرمایه انسانی غیرمثبت و بی‌معنی است. علت این امر آن است که اگر با صرف هزینه‌های عظیم برای پرورش سرمایه انسانی، کیفیت آموزش مناسب نباشد و برنامه‌های آموزشی کارآمد نباشد، نه تنها

1. Jarque – Bera.
2. Skewness.
3. Kurtosis.

نباید انتظار رفتارها و فکرهای تخصصی از طرف سرمایه انسانی موجود داشته باشیم بلکه می‌توان به تأثیر منفی سرمایه انسانی (از طریق صرف هزینه‌های سرسام‌آور برای آموزش غیرموثر و ناکارآمد) نیز متقاعد شد. زیرا هزینه‌های صرف شده غیرمؤثر برای آموزش می‌توانست صرف واردات فناوری شده و باعث پیشبرد سطح فناوری کشور شود. شولتز[1] (۱۹۶۱) پدر نظریه سرمایه انسانی، بهبود کیفیت سرمایه انسانی را در پیشرفت فناوری و رشد، بیشتر از کمیت آن مؤثر می‌داند. بنابراین، هر چه هم کمیت سرمایه انسانی موجود در کشور زیاد باشد، نمی‌تواند بدون این که در فکر و دانسته‌های شخص تخصص ابداع‌آوری نهادینه شود، به تولید فناوری کشور کمک کند [۳۶]. علاوه بر این‌ها، می‌توان وجود سرمایه انسانی را یک نیاز اولیه برای شکل‌گیری ایده‌های جدید و نوآوری‌ها دانست و برای حرکت مؤثر و شکوفایی کشور در جهت نوآوری، باید شرایط دیگری مانند اعمال شدید حقوق مالکیت فکری، ایجاد شرایط مناسب فکری و یا ایجاد شرایط رقابتی و ... به عنوان مکمل در کنار سرمایه انسانی قرار گرفته باشد. در این مطالعه، تأثیر بی‌معنی سرمایه انسانی بر سطح فناوری با یافته‌های تجربی مطالعه تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) و مطالعات مشابه سازگاری دارد.

در این بخش برای بررسی پویایی‌های کوتاه‌مدت و تعیین سرعت تعدیل مدل به سمت تعادل بلندمدت الگوی VECM[2] مورد برآورد قرار گرفته و در جدول ۴ نتایج آن ارائه شده است. جدول ۴ ضریب تصحیح خطا را برابر ۰/۴۷۶۲- نشان می‌دهد که در سطح یک درصد هم معنی‌دار می‌باشد. این ضریب حاکی از سرعت حرکت نسبتاً بالای سیستم به سمت تعادل بلندمدت است. همچنین برای بررسی صحت نتایج به دست آمده و اطمینان از مانا بودن بردارهای هم‌جمعی، ثبات الگوی VECM با روش معرفی شده جوهانسن (۱۹۹۵) آزمون شده است. شکل کلی آزمون این گونه است که اگر K متغیر درون‌زا و به تعداد r بردار هم‌جمعی در مدل VECM وجود داشته باشد، در آن صورت به تعداد K- r ضریب واحد[3] در ماتریس ضرایب وجود خواهد داشت. اگر هر یک از باقی مانده‌های ضرایب خیلی به یک نزدیک باشد، در آن صورت یا بردارهای برآورد شده نامانا هستند و یا تعداد بردارهای تعیین شده بیشتر از واقعیت تشخیص داده شده‌اند [۳۷]. نتایج این آزمون در جدول ۵ ارائه شده است.

در VECM مورد مطالعه، ۱۰ متغیر درون‌زا وجود داشته و ۴ بردار هم‌جمعی تعیین شده که در نتیجه ۶ مقدار ویژه و ضریب واحد در ماتریس ضرایب وجود دارد. باقی مانده‌های محاسبه ضرایب نیز از یک خیلی کوچک‌تر شدند که استحکام و مانایی بردارهای همجمعی را اثبات می‌کند.

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه بررسی توان جذب فناوری اقتصاد ایران از فناوری‌های کالایی و غیرکالایی خارجی بود. برای این منظور، با استفاده از داده‌های آماری ایران در طی دوره ۱۳۴۷-۱۳۹۰ فرضیه قدرت جذب فناوری تیکسیرا و فورتونا (۲۰۱۰) با روش هم‌جمعی جوهانسن جوسیلیوس آزمون شد. نتایج تخمین حاکی از مثبت بودن تأثیر سه مؤلفه جذب فناوری (روابط متقابل سرمایه انسانی با سه کانال واردات فناوری کالایی و غیرکالایی) از بین چهار مؤلفه جذب بر سطح فناوری اقتصاد ایران است و با توجه به معنی‌داری ضرایب سه مؤلفه جذب از طریق اثرات غیرمستقیم سرمایه انسانی حتی در سطح یک درصد، می‌توان قدرت و توانایی اقتصاد ایران را در جذب فناوری کالایی و غیرکالایی زیاد توصیف کرد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان پیشنهادهای زیر را برای حرکت هر چه پرشتاب‌تر کشور به سمت توسعه علمی فناوری ارائه داد.

با توجه به اثر مثبت غیرمستقیم سرمایه انسانی به صورت جذب فناوری خارجی، بهتر است که کمیت سرمایه انسانی در کشور افزایش یابد. همچنین، برای بهره‌مندی از اثر مستقیم سرمایه انسانی نیز (به شکل ابداعات و نوآوری) بر سطح فناوری، باید کیفیت آموزش بهبود یابد. سرمایه‌گذاری در آموزش هم تقویت زیرساختی است و هم عامل شتاب دهنده از طریق افزایش قدرت جذب فناوری.

سرمایه‌های R&D یکی دیگر از زیرساخت‌های عمومی برای رشد فناوری محسوب می‌شود که ایران از اثرات مثبت مستقیم آن در جهت بهبود فناوری بهره‌مند می‌شود و برای آشکار شدن اثر غیرمستقیم آن نیز بر پیشرفت فناوری، باید طبق استدلال کندو (۲۰۰۱) سرمایه‌های R&D بطور مدام و فزاینده روند افزایشی خود را ادامه دهد تا ایران از اثرات غیرمستقیم آن نیز در جذب فناوری خارجی بهره‌مند شود.

بر اساس تأثیرات مثبت مستقیم و غیرمستقیم واردات فناوری کالایی (واردات کالاهای سرمایه‌ای و FDI) بر پیشرفت فناوری، می‌توان افزایش واردات کالاهای سرمایه‌ای فناورانه از کشورهای صنعتی و همچنین تشویق هر چه بیشتر جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به عنوان راهکار مناسبی برای پیشرفت سریع و انقلاب فناوری کشور در پیش گرفت.

با ملاحظه اثرات مثبت دوگانه (مستقیم و غیرمستقیم) واردات فناوری غیرکالایی بر سطح فناوری کشور، افزایش میزان همکاری‌های علمی فنی شرکت‌های داخلی کشور با نقاط دیگر جهان و همچنین تبادل هر چه بیشتر کارمندان و متخصصان صنعتی با کشورهایی که با آنها شکاف فناوری و علمی داریم، می‌تواند در بهبود سطح فناوری و بهره‌وری مؤثر عمل کند.

1. Schultz, 1961.
2. Vector Error Correction Model (VECM).

جدول۴- نتایج تخمین مدل VECM برای بردار اول

متغیر توضیحی	ضریب	مقدار آماره t
Cons	۰/۰۴۴۱۳	۲/۲۲
Ft (-1) Δ	۰/۱۹۸	۱/۶۶
Δht (-1)	۰/۰۴۲	۰/۰۲
Δrdt (-1)	-۰/۳۵۴	-۰/۲۲
imcapt (-1) Δ	۰/۰۶۸	۰/۰۴
Δdisembodt (-1)	۰/۰۹۸	-۰/۹
Δfdit (-1)	-۰/۰۲۸	-۱/۷۸
Δhfdit (-1)	۰/۱۵۲	۱/۴۴
Δhcapt (-1)	-۰/۲۳۸	-۰/۹۴
rdcapt (-1) Δ	۰/۰۳۲	۰/۱۸
hdist (-1) Δ	۰/۰۴۴	۱/۲
ECM (-1)	۰/۴۷۶۲	-۴/۸۲

*** معنی داری در سطح ۱٪ منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۵- آزمون ثبات الگوی (VECM)

ضرایب	مقادیر ویژه
۱	۱
۱	۱
۱	۱
۱	۱
۱	۱
۱	۱
۰/۸۷۱۶۰۷	۰/۸۷۱۶۰۷
۰/۷۹۳۷	i۰/۵۷۰۶۶ + ۰/۵۵۱۷۶۸۴
۰/۷۹۳۷	۰
۰/۶۵۹۷	۰
۰/۶۲۳۴	۰
۰/۵۴۸۴	۰

منبع : یافته‌های تحقیق the VECM specification imposes 6 unit Moduli

منابع

۱. امینی، علیرضا و و حجازی آزاد، زهره. "تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۳۵. صص. ۱- ۱۳۸۷،۳۰.

۲. شاه آبادی، ابولفضل و رحمانی، امید. "بررسی نقش تحقیق و توسعه بر بهره‌وری بخش صنعت اقتصاد ایران". فصلنامه رشد فناوری، شماره ۲۵، صص ۲۸-۳۸ ، ۱۳۸۹.

۳. شاه آبادی، ابولفضل و سجادی، حسن، منابع انتقال فناوری و رشد اقتصادی در ایران، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۵۹. صص. ۳۳-۵۲ ، ۱۳۹۰.

۴. شاه آبادی، ابوالفضل و ولی نیا، سید آرش و انصاری، زهرا. "تاثیر سریز فناوری ناشی از سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد بخش صنعت". فصلنامه رشد فناوری، شماره ۳۳، صص ۱۳-۲۵ ، ۱۳۹۱.

۵. ولی‌زاده، پروین، بهره‌وری کار، "سرمایه و کل عوامل تولید"، مجموعه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۴۰، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. صص. ۱-۴۹ ، ۱۳۸۸.

۶. شاه آبادی، ابولفضل، "اثر سرمایه گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران". جستارهای اقتصادی، شماره ۷. صص.۹۹-۱۳۴، ۱۳۸۶.

۷. سایت مرکز آمار ایران (http://amar.sci.org.ir)

۸. سازمان برنامه و بودجه، مجموعه اطلاعاتی و سری زمانی آمار حساب های ملی، پولی و مالی سال‌های مختلف.

۹. سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های فنی ایران، گزارش آمارهای سرمایه گذاری مستقیم خارجی، ۱۳۸۹.
۱۰. صدیقی، اچ. آر و لاولر، کی.ا. "اقتصاد سنجی رهیافت کاربردی"، ترجمه شمس الله شیرین بخش، انتشارات آوای نو، تهران، ۱۳۸۶.
11. Teixeira, AC., Fortuna, N., Testing The Technological Absorption Hypothesis for the portuguese economy. Research policy, Vol. 39,pp.335-350, 2010.
12. Abramovitz, M.,. Catching up, forging ahead, and falling behind. Journal of Economic History 46(2), pp. 385-406. 1986.
13. Savvides, A., Zachariadis, M.,. International technology diffusion and the growth of TFP in the manufacturing sector of developing economies. Review of Development Economics, Vol. 9 (4). 2005.
14. Wang, J., Blomstrom, M., .Foreign investment and technology transfer.European Economic Review, Vol. 36. pp. 137-155, 1992.
15. Mowery, D., Oxley, J.,Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems. Cambridge Journal of Economics 19 (1), pp. 67–93, 1995.
16. Xu, B., Chiang, E., Trade, patents and international technology diffusion. Journal of International Trade and Economic Development, Vol. 14 (1).pp.115-135, 2005.
17. Mendi, P., Trade in Disembodied Technology and Total Factor Productivity in OECD Countries, Research Policy, vol.36.pp.121-133, 2007.
18. Kim, S., Lim, H., Park, D. Imports, Exports and Total factor productivity in Korea, Apllied Economics, 41,pp. 1819-1834, 2009.
19. Zhu, L., Jeon, B. International R&D spillovers: trade, FDI, and information technology as spillover channels. Review of International Economics, Vol. 15 (5). pp. 955-976, 2007.
20. Wang, C., Yu, L. Do spillover benefits grow with rising foreign direct investment? An empirical examination of the case of China. Applied Economics 39, pp. 397–405, 2007.
21. Girma, S. Absorptive capacity and productivity spillovers from FDI, A threshold regression analysis. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Vol, 67 , pp. 281-306, 2005.
22. Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., Sayek, S. FDI and economic growth: the role of local financial markets. Journal of International Economics, Vol. 64. pp. 89–112, 2004.
23. Borensztein, E., De Gregorio, J., Lee, J.-W., How does foreign direct investment affect economic growth. Journal of International Economics 45, pp.115–135, 1998.
24. Cohen, W.M., Levintal, D.A .Innovation and learning: the two faces of R&D. The Economic Journal 99(397), pp. 569-596, 1989.
25. Dulleck, U. & N. Foster , Imported Equipment, Human Capital and Economic Growth in Developing Countries, Economic Analysis & Policy, Vol.38No.2, pp.233-250, 2008.
26. Kondo, M., Technology Acquisition and Mastering for Development, UNIDO Industrial Development Forum (General Conference of UNIDO, Ninth Session-Vienna, (http://www.unido.org/fileadmin/import/userfiles/timminsk/9gcforumkondo.pdf), 2001.
27. Abdelrasaq, N., Mammo, M., Social absorption capability, systems of innovation. Journal of Research Policy, Vol 41, pp. 93-101, 2012.
28. Coe, D., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. International R&D spillovers. Eurpean Economic Review, 39(5), pp. 859-887, 1995.
29. Crespo, J., & Martin, C., & Velazquez, F. J. The role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries. Global Economy Journal , 4(2). pp.1-18, 2004.
30. Madsen, J.B., Technology spillover through trade and TFP convergence: 135 years of evidence for the OECD countries. Journal of International Economics, Vol.72. pp.464-480, 2007.
31. Griliches, Zvi, Productivity, R&D and the Data Constraint , American Economic Review, Vol. 89.No.1. pp.9-27.(http://www.eastwestcenter.org/fileadmin/stored/pdfs/ECONwp006.pdf, 1995.
32. World Development Indicators , www.worldbank.org , 2010.
33. Juselius, K., The Co-integrated VAR Model Methodology and Applications, Oxford University Press, New York, 2006.
34. Jürgen Wolters , Introduction to Modern Time Series Analysis, 2007.
35. Enders, W., Applied Economic Time Series, University of Alabama, Alabama, 2004.
36. Schultz, T.W. Investment in Human Capital. American Economic Review. Vol.51, 1961.
37. Johansen, S. Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models. Oxford: Oxford University Press, 1995.