فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)

صفحه ی اصلی وب سایت مجله: www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

بررسی اثرات غیرخطی ظرفیت جذب و عقب ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی در کشورهای در حال توسعه (رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پنل)

نسیم حمزه‌نژاد *، بهزاد سلمانی **و محمدمهدی برقی ***

* دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
** استاد اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول)
*** دانشیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۹ شهریور ۱۳۹۸
تاریخ بازنگری: ۷ آذر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۲۵ دی ۱۳۹۹
انتشار آنلاین از تاریخ ۲۵ دی ۱۳۹۹

طبقه‌بندی JEL: C23, C24, F43, O30, O47

واژگان کلیدی:
اقتصاد سیاسی، ظرفیت جذب، عقب ماندگی نسبی، سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی، رویکرد رگرسیون انتقال ملایم داده-های تابلویی

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:
ایمیل: Behsalmani@gmail.com
0000-0002-9638-4699
آدرس پستی:
تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه اقتصاد.
کد پستی: ۵۱۶۶۶۱۶۴۷۱

چکیده

نظریه‌های اخیر در رابطه با رشد اقتصادی، نشان دهنده این است که فعالیت‌های تحقیق و توسعه از عوامل اصلی در فرایند تولید علم به شمار می‌روند و نقش مهمی را در بهبود سطح بهره‌وری کل عوامل تولید ایفا می‌کنند. بر همین اساس، کشورهای توسعه یافته با سرمایه‌گذاری و اختصاص بودجه‌های تحقیقاتی بالا توجه خاصی به این گونه فعالیت‌ها دارند. اما در کشورهای در حال توسعه با توجه به پایین بودن بودجه‌های تحقیق و توسعه و محدودیت منابع سرمایه ای که برای بنگاه‌های تولیدی وجود دارد، این کشورها می‌توانند از سرریز فعالیت‌های تحقیق و توسعه بین‌المللی بهره ببرند و بهره‌وری کل عوامل تولید خود را بهبود ببخشند. اما آن چه که اهمیت دارد این است که برخی عوامل داخلی و یا خارجی مانند ظرفیت جذب کشورها یا درجه عقب ماندگی نسبی آن‌ها می‌تواند مکانیسم اثرگذاری سرریزها بر بهره‌وری را تحت تاثیر قرار دهد و منجر به برخی اثرات غیرخطی احتمالی گردد. برای بررسی این اثرات غیرخطی احتمالی نیاز به روش‌های انعطاف پذیرتری هست تا بتواند به خوبی رفتار این عوامل را بر مکانیسم اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی شناسایی و مورد بررسی قرار دهد. برهمین اساس، در این مطالعه اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی در کشورهای در حال توسعه مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی موضوع مورد مطالعه از رویکرد غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم داده‌های تابلویی (PSTR) استفاده شده است و دوره زمانی این مطالعه ۱۹۹۵- ۲۰۱۵ در نظر گرفته شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی، ضریب اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش می‌یابد. به عبارت بهتر، نتایج تحقیق گویای این است که متغیر ظرفیت جذب که معادل میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی در نظر گرفته شده است، تاثیر مثبت و معنی داری بر اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه دارد. همچنین، شاخص عقب‌ماندگی نسبی نیز بصورت مستقیم عمل نموده و با افزایش شکاف تکنولوژیکی کشورهای در حال توسعه از کشور رهبر میزان اثرگذاری سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید این کشورها افزایش داشته است. اما این افزایش تا حد مشخصی از عقب‌ماندگی وجود خواهد داشت. همچنین، در کشورهایی که از ظرفیت جذب بسیار بالایی برخوردارند و یا بسیار عقب‌مانده هستند رژیم خطی تعیین کننده رفتار متغیرها بوده و ضریب اثرگذاری سرریزها بر بهره‌وری کل عوامل تولید در این کشورها ضعیف‌تر گزارش شده است.

ارجاع به مقاله:
حمزه‌نژاد، نسیم، سلمانی، بهزاد و برقی، محمدمهدی. (۱۴۰۰). بررسی اثرات غیرخطی ظرفیت جذب و عقب ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی در کشورهای در حال توسعه. *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)*، ۱۸(۱)، ۱۷-۳۴.

10.22055/jqe.2021.30180.2141

© 2021 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

محدودیت منابع، افزایش جمعیت، نیازها و خواسته‌های بشری و رقابت شدید در عرصه جهانی، باعث شده است که کشورهای توسعه‌یافته توجه خاصی به مساله تولید علم، بهره‌وری و بهبود آن داشته باشند. نظریه‌های اخیر رشد اقتصادی، گویای این مطلب است که فعالیت‌های تحقیق و توسعه از عوامل اصلی در فرایند تولید علم به شمار می‌روند و از منابعی مانند دانشمندان، مهندسان، تکنسین‌ها، مراکز و تجهیزات تحقیقاتی و... نشات می‌گیرد. فعالیت‌های تحقیق و توسعه نوآورانه بنگاه‌ها و موسسه‌های تولیدی در یک کشور نه تنها منجر به تولیدات جدیدی می‌شود و بنگاه‌ها از مزایای آن بهره می‌برند، بلکه بستر مناسبی را برای نوآوری‌های بعدی فراهم می‌کند. از این رو، مزیت فعالیت‌های تحقیق و توسعه این است که نه تنها باعث افزایش موجودی نوآوری‌ها می‌شود، بلکه سرریز آن به دیگر بنگاه‌ها و موسسات تولیدی می‌تواند پایه و اساس نوآوری‌های جدید گردد؛ این همان مفهومی است که از آن به عنوان "سرریز دانش[1]" یاد می‌شود.

گفتنی است که فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای در حال توسعه سهم اندکی از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص می‌دهد و واحدهای تولیدی به دلیل محدودیت منابع و هزینه‌های سنگین توانایی سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه را ندارند. حال آن که این کشورها می‌توانند از سرریز فعالیت‌های تحقیق و توسعه کشورهای دیگر در توسعه فناوری و افزایش توان تولیدی خود بهره بگیرند. از این رو، مطالعات تئوریکی و تجربی بسیاری در تمام کشورها در این زمینه صورت گرفته است که نشان داده‌اند اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید غیرقابل چشم پوشی است و بهره‌وری هر کشور متاثر از انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه بین‌المللی می‌باشد.

بسیاری از مطالعات جدید انجام شده نیز به ارزیابی و شناسایی عوامل موثر بر جریان اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته‌اند. در واقع، از زمان کار نهایی صورت گرفته به وسیله کوهن و لوینتال (۱۹۸۹)، اتفاق‌نظر گسترده‌ای در رابطه با این موضوع وجود دارد که سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی به توانایی شناخت، همانند سازی و انتشار آن توسط کشور دریافت-کننده بستگی دارد. به پیروی از کوهن و لوینتال (۱۹۸۹)، این توانایی که تا حدود زیادی به مهارت نیروی کار برای کپی برداری و یادگیری درباره فناوری‌های خارجی بستگی دارد، "ظرفیت جذب"[2] نامیده می‌شود و می‌تواند شرایط داخلی کشور دریافت کننده را برای جذب و بهره‌مندی از سرریزهای خارجی تسهیل نماید. اما در مطالعات جدید انجام شده برخی گمانه‌زنی‌ها در رابطه با این موضوع که آیا تغییرات بهره‌وری کل عوامل نسبت به سرریزهای بین‌المللی در میان کشورها و در طول زمان واحد است و به ظرفیت جذب کشور دریافت‌کننده بستگی دارد یا نه مورد آزمون قرار گرفته است (Cohen & Levinthal, 1989).

علاوه‌براین، در ادبیات مربوط به انتقال دانش، همواره این موضوع که آیا "درجه عقب‌ماندگی نسبی"[3] (درجه توسعه نیافتگی) کشورها اثرات سرریز بین‌المللی روی رشد را تحت تاثیر قرار می‌دهد یا نه، یک مشکل تجربی بوده است. از یک طرف، کشورهای پیشرفته‌تر ممکن است دانش خارجی کمتری را جذب نمایند زیرا این کشورها همواره در زمینه دانش پیشرو و در مرز فناوری هستند (Gerschenkron, 1962). از سوی دیگر عدم توسعه یافتگی نیز می‌تواند شرایط یک کشور را برای بهره‌برداری از سرریزهای دانش بین‌المللی مشکل‌تر بکنند (Matthews, 1962). بنابراین به لحاظ تئوریکی ارتباط میان عقب‌ماندگی نسبی و رشد نامشخص است و این مساله به طور مشخص در مطالعات تجربی به اثبات نرسیده است و نتایج متضادی در این مورد گزارش شده است (Falvey, Foster and Greenway , 2007; Crespo- Gross ma,Foster & Scharler, 2004; Kneller, 2005).

این مشکلات می‌توانند به دلیل نبود معادله‌ای انعطاف‌پذیر باشد که اجازه دهد تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریزهای بین‌المللی به طور مناسبی همه اثرات غیرخطی احتمالی را منعکس کند. برای مقابله با چنین محدودیت‌هایی و دستیابی به نتایج قابل اتکا، در این مطالعه به بررسی اثرات ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی با استفاده از یک روش رگرسیون

---

[1] Knowledge Spillover

[2] Absortive Capacity

[3] Relative Backwardness.

غیرخطی عمومی پرداخته شده است. روش رگرسیون انتقال ملایم داده‌های تابلویی (PSTR)[4]، اجازه می‌دهد که فرضیه همگنی و پایداری زمانی پارامترها در یک مسیر ساده و انعطاف‌پذیر کنار گذاشته شود. در این روش به پارامتر مورد نظر (بعنوان مثال کشش بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریزهای تحقق و توسعه بین‌المللی) اجازه داده می‌شود که به آرامی در میان رژیم‌های مختلف تغییر کند و در میان رژیم‌هایی که به متغیر مشخص هدف مربوط است (به عنوان مثال، ظرفیت جذب)، انتقال یابد. برای مشخص کردن اثرات ظرفیت جذب، از کانال اثرگذاری آن روی سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و بهره‌وری کل عوامل تولید در هر کشور استفاده شده است. همچنین، درجه عقب‌ماندگی نسبی کشورها نیز بر اساس شکاف تولیدی هر کشور از کشور پیشرو (آمریکا) در نظر گرفته شده است و برای سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی، تمرکز روی سرریزهای تحقیق و توسعه‌ای است که از طریق تجارت اتفاق می‌فتد. در ادامه در بخش دوم مروری بر ادبیات موضوع، بخش سوم روش تحقیق، بخش چهارم برآورد مدل و بخش پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات آورده شده است.

۲- ادبیات پژوهش

بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات نظری اقتصاددانانی مانند رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلپمن (۱۹۹۰ و ۱۹۹۱) و آقیون و هویت (۱۹۹۲)، الگوهای رشدی طراحی شدند که حتی در شرایط ثابت ماندن سرمایه فیزیکی و نیروی‌کار 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 توسط این اقتصاددانان، رشد اقتصادی ناشی از عوامل برون‌زا نیست. بلکه در این الگوها رشد اقتصادی از طریق تغییرا درون‌زای فناوری حاصل می‌شود. این تغییرات نیز از نتایج تحقیق و توسعه، نوآوری و پیشرفت فناوری حاصل می‌شود. از طرفی استدلال‌های زیادی وجود دارد مبنی بر اینکه، نه تنها فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی منجر به بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید یک کشور می‌شوند، بلکه مشارکت بیشتر در تجارت بین‌الملل نیز می‌تواند باعث بهبود رشد اقتصادی و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید یک کشور شود. در واقع، باور عموم بر این است که انتقال بین‌المللی دانش با جریان تجارت بین‌المللی ارتباط دارد و واردات کالاها و خدمات تولید شده از سوی شرکای تجاری، باعث استفاده موثرتر از منابع موجود در کشور واردکننده می‌شود و در نتیجه موجب افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید آن کشور می‌گردد (Grossman & Helpman, 1990 و 1991. . Aghion & Howitt, 1992 .(Romer, 1990

علاوه‌براین، هر چه بخش‌های بیشتری از اقتصاد در معرض رقابت بین‌المللی قرار گیرند، میزان رویارویی آن‌ها با فناوری‌های برتر و فشار برای اتخاذ و تطبیق این فناوری جهت حفظ توان رقابتی بیشتر خواهد بود. این در حالی است که، همه کشورها به طور یکسان از دانش بین‌المللی بهره‌مند نمی‌شوند. از نقطه نظر تئوریکی، بر اساس مطالعات آبراموویچ (۱۹۸٦) و کالر (۱۹۹٦)، این موضوع که چه میزان از سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی در یک کشور مورد استفاده قرار گیرند، تا حد زیادی به سهم سرمایه انسانی هر کشور از نیروی کار ماهر بستگی دارد و از آن تحت عنوان "ظرفیت جذب" یک کشور یاد می‌شود. بنابراین، کشوری می‌تواند اثرات بیشتری از سرریزهای دانش خارجی روی بهره‌وری کل عوامل تولیدش را احساس کند که سرمایه انسانی بالاتری دارد(Abramovich, 1986 , Kaller, 1996).

بر همین اساس، مطالعه تجربی بنیادی کو و هلپمن (۱۹۹۵)، با ارائه مدل رشد مبتنی بر تحقیق و توسعه نشان داد که سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی از طریق تجارت بین‌الملل، با معرفی فناوری خارجی در تولید داخلی، موجب افزایش بهره‌وری و کارایی می‌شود و کشورهایی که ماشین آلات و تجهیزات بیش‌تری را از پیشروان فناوری جهان وارد می‌کنند، رشد سریع‌تری در کارایی و بهره‌وری کل عوامل تولید دارند. در واقع در مطالعه صورت گرفته توسط کو و هلپمن (۱۹۹۵)، اثرات سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در میان ۲۱ کشور منتخب OECD در دوره زمانی ۱۹۹۰-۱۹۷۱ و با استفاده از ماتریس وزنی واردات مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، مثبت است. این اثر برای کشورهایی که درجه آزادی تجاری بیشتری دارند، قابل توجه‌تر گزارش شده است و سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی برای کشورهای کوچکتر اهمیت بیشتری نسبت به تحقیق و توسعه داخلی

[4] Panel Smooth Transition Regression.

آن‌ها دارد (Coe & Helpman, 1995). انگلبریچ (۱۹۹۷)، در مطالعه‌ای دیگر تحت عنوان سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی، سرمایه انسانی و بهره‌وری کل عوامل تولید، با اضافه نمودن عامل سرمایه انسانی به مدل قبلی کو و هلپمن (۱۹۹۵)، به بررسی موضوع سرریزهای تحقیق و توسعه و اثراتش بر سطح بهره‌وری کل عوامل تولید در میان ۲۱ کشور منتخب OECD در دوره زمانی ۱۹۸۵-۱۹۷۱ پرداخت. در این مطالعه از روش ECM و OLS برای برآورد نتایج استفاده شده است و یافته‌های وی حاکی از آن است که معرفی عامل سرمایه انسانی، اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی را در مدل کاهش می‌دهد (Engelbrecht, 1997). کرسپو- گروسما و همکاران (۲۰۰٤)، به بررسی تاثیر سرریزهای دانش بین‌المللی بر رشد اقتصادی در میان ۲۱ کشور OECD طی دوره زمانی ۱۹۹۷-۱۹۷۳ پرداخته‌اند. ایشان در این مطالعه با استفاده از تکنیک رگرسیون آستانه‌ای (TR)، اثرات ظرفیت جذب و عقب ماندگی نسبی بر انتقال سرریزهای بین‌المللی را نیز مورد توجه قرار داده‌اند. این روش اجازه می‌دهد مقدار اثرات سرریزهای دانش خارجی بر رشد اقتصادی در میان رژیم‌های مختلف تغییر نماید. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد، کشورهایی که بازار کار و محصول با نظم کمتری دارند، در صورت داشتن ظرفیت جذب بالاتر تمایل بیشتری به تخصصی شدن دارند. اما نتیجه مشخصی برای کشورهایی که از تولید ناخالص داخلی سرانه پایین‌تری برخوردار بودند گزارش نشده است و عقب‌ماندگی نسبی به طور قطع نمی‌تواند اثر سرریزهای دانش خارجی بر رشد اقتصادی را تسهیل نماید (Crespo-Grossma & et al, 2004). کوارک و شین (۲۰۰٦)، نیز به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که ظرفیت جذب چگونه باعث می‌شود که سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی به رشد بهره‌وری کشورها کمک کند. ایشان در این مطالعه یک رابطه متقابل میان سرمایه انسانی و سرریز دانش خارجی را به عنوان متغیر توضیحی به معادله اساسی کو و هلپمن (۱۹۹۵) وارد نمودند. این مطالعه با استفاده از روش داده‌های تابلویی و برای ۵ سال انجام گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که سرمایه انسانی نقش مهمی در انتقال دانش خارجی دارد. همچنین با اضافه نمودن این رابطه متقابل به معادلات، مشخص شد که تحقیق و توسعه بین‌المللی و سرمایه انسانی داخلی به طور مستقیم اثری بر بهره‌وری کل عوامل تولید ندارند که این نتایج با یافته‌های تجربی قبلی تضادهایی داشته است و تردیدهایی در رابطه با قابل اتکا بودن نتایج ایجاد کرده است. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که معادله انتخاب شده توسط نویسندگان هر گونه اثرات غیرخطی ظرفیت جذب روی سرریزهای خارجی را نشان نمی‌دهد. در واقع، احتمال وجود این اثرات غیرخطی وجود دارد. بنابراین، به یک معادله انعطاف‌پذیرتر نیاز است که اجازه دهد تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و داخلی اثرات غیرخطی مورد نظر را منعکس نماید (Kwark & Shin, 2006). در ادامه فالوی و همکاران (۲۰۰۷)، در مطالعه دیگری به بررسی رابطه میان ظرفیت جذب، عقب ماندگی نسبی و سرریزهای دانش در کشورهای در حال توسعه برای دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۷۵ و با استفاده از روش داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه گویای این است که ظرفیت جذب نقش مثبتی بر سرریز دانش دارد. همچنین سرریزهای دانش در کشورهایی که به مرز فناوری نزدیکتر هستند، اثرات کمتری دارد (Falvay & et al, 2007). مانسوسی (۲۰۰۸)، در کار تحقیقاتی خود به ارزیابی رابطه بین سرریزهای تحقیق و توسعه و ظرفیت جذب بصورت بین کشوری و بین بخشی پرداخته است. این مطالعه یک بیان تجربی از اثرات سرریزهای دانش داخلی و بین‌المللی بر بهبود نوآوری برای ٦ کشور مهم صنعتی با استفاده از روش OLS و در طی دوره زمانی ۱۹۹۵-۱۹۸۵ است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که ظرفیت جذب، کشش نوآوری هر کشور را نسبت به سرریزهای داخلی و بین‌المللی افزایش می‌دهد. اثر فاصله کشورها از رهبران فناوری نیز نسبتا ضعیف گزارش شده است (Mancusi, 2007).

مطالعات تجربی کرسپو- گروسما و همکاران (۲۰۰٤) و فالوی و همکاران (۲۰۰۷) که در رابطه با مساله تاثیر ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی بر اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید انجام شده‌اند، امکان وجود اثرات غیرخطی را تصدیق کرده‌اند. اما در این مطالعات امکان اندازه‌گیری میزان تاثیر ظرفیت جذب بر اثرگذاری سرریزهای بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید وجود ندارد. بر همین اساس، در ادامه مطالعات فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۲)، یک رگرسیون انتقال ملایم داده‌های تابلویی را برای معادله بنیادی کو و هلپمن (۱۹۹۵) تصریح کرده‌اند و سرمایه انسانی را نیز به پیروی از انگلبریچ (۱۹۹۷) به این معادله اضافه نموده‌اند. این رویکرد، مدل TR استفاده شده توسط کرسپو- گروسما و همکاران (۲۰۰٤) و فالوی و همکاران (۲۰۰۷) را به صورت گسترده‌تر و جزئی‌تر مورد استفاده قرار داده است و فرضیه وجود همگنی و پایداری زمانی پارامتر را حل کرده است. در این روش به پارامترهای موردنظر اجازه داده می‌شود که به آرامی میان رژیم‌ها تغییر کنند. فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۲)، این مطالعه را برای ۲٤ کشور منتخب OECD و برای دوره زمانی ۲۰۰٤-۱۹۷۱ که دقیقا مشابه

مطالعه کو و هلپمن (۲۰۰۹) است، انجام داده و نتایج آن را با نتایج این مطالعه مقایسه نموده‌اند. یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است ظرفیت جذب دارای ارتباط مثبت با سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی است. در حالی‌که بر خلاف نتایج قبلی گزارش شده، عقب ماندگی نسبی اثرات منفی و قابل توجهی روی سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی داشته است (Fraccaso & mazzert, 2012). جانلی و همکاران (۲۰۱٤)، اثرات آستانه‌ای انباشت فضایی بر بهره‌وری صنایع ایتالیا را با استفاده از روش PSTR مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعه در میان صنایع این کشور و برای دوره زمانی ۲۰۰۷- ۱۹۹۷ انجام گرفته است. نتایج نشان داده‌اند که رقابت محلی و تنوع سازی صنایع بعنوان متغیرهای انتقال اثرات مثبت قابل توجهی بر بهره‌وری صنایع این کشور داشته‌اند (Cainelli et al, 2014). پیرو مطالعات قبلی، فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای دیگری که برای ۲٤ کشور پیشرفته در طی دوره زمانی ۲۰۰٤-۱۹۷۱ و با استفاده از روش PSTR انجام دادند، نشان دادند که داشتن روابط تجاری بیشتر، نه تنها منجر به انتقال سرریز تحقیق و توسعه بیشتری برای کشورها می‌شود، بلکه در نظر گرفتن شدت روابط تجاری دوطرفه میان کشورها، بر میزان انتقال سرریزها و اثر آن بر بهره‌وری کل عوامل تولید می‌افزاید. (Fraccaso & Mazertti, 2015).

مطالعات خارجی صورت گرفته در رابطه با اثرات غیرخطی ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی، به طور معمول این موضوع را برای نمونه مورد مطالعه کو و هلپمن (۱۹۹۵) و برای همان دوره زمانی مورد بررسی قرارداده‌اند. مرور مطالعات داخلی نیز نشان می‌دهد که اغلب مطالعات، موضوع سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و اثرات آن بر بهره‌وری کل عوامل تولید را برای بخش‌های مختلف اقتصادی ایران بررسی کرده‌اند. یا اینکه در صورت بررسی موضوع به صورت بین کشوری، به طور معمول در بررسی روابط بین متغیرهای مورد مطالعه از مدل‌های خطی استفاده شده است و در صورت استفاده از روابط غیرخطی نیز عموما از مدل‌های چندجمله‌ای استفاده شده است. (Behboodi & Mamipour, 2007. Shahabadi & Amiri, 2008. Shabadi & Rahmani, 2014. Seprhrdost & et al, 2013) نتایج این مطالعات به دلیل تحمیل یک فرم محدودکننده نمی‌تواند برای بررسی دیگر اشکال غیرخطی محتمل در رابطه میان متغیرها استفاده شود. در واقع، یک معادله خطی نمی‌تواند اجازه بدهد که تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی، همه اثرات غیر خطی احتمالی را منعکس کند. برای مثال، ممکن است یک سطح حداقلی از سرمایه انسانی برای هر کشور لازم باشد تا بتواند دانش خارجی را جذب نماید. برای پوشش موارد گفته شده، به فرم انعطاف‌پذیرتری از معادلات نیاز است که اجازه دهد تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریز تحقیق و توسعه بین المللی، اثرات غیر خطی پیچیده‌تری را منعکس کند. بر همین اساس، نوآوری مطالعه حاضر این است که اثرات غیرخطی ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی را از طریق کانال بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه و با به کارگیری الگوی غیر خطی داده‌های تابلویی (PSTR) در حوزه تجزیه و تحلیل آماری مورد بررسی قرار داده است.

۳- روش تحقیق

۳-۱- روش رگرسیون انتقال ملایم داده‌های تابلویی

با توجه به اینکه در مدل‌های رگرسیونی مبتنی بر داده‌های تابلویی، اثرات زمانی و مقطعی ناهمگن در داده‌ها به وسیله‌ی مدل تاثیرات ثابت و تصادفی تعیین می‌شود و در چنین مدل‌هایی کشش‌ها (ضرایب متغیرها) در بین کشورها و در طی زمان ثابت هستند، یک معادله خطی نمی‌تواند اجازه بدهد که تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی، همه اثرات غیر خطی احتمالی را منعکس کند. این اثرات غیرخطی یا بطور خاص اثرات آستانه‌ای معمولا وجود دارند (Fraccaso & mazzert, 2012). در این خصوص رویکردهای داده‌های تابلویی متنوعی گسترش یافته‌اند که به ضرایب رگرسیونی اجازه می‌دهند تا در طول زمان و برای واحدهای مقطعی تغییر یابند. یک نمونه اولیه از این مدل‌ها، رگرسیون آستانه‌ای داده‌های تابلویی[5] می‌باشد که به وسیله‌ی هنسن (۱۹۹۹) ارائه شده است. در این مدل مشاهدات تابلویی با توجه به متغیر آستانه‌ای که کمتر و یا بیشتر از مقدار آستانه‌ای تعیین شده باشند به چند گروه و یا رژیم همگن تقسیم می‌شوند (Hensen, 1999). البته در این مدل مشاهدات بسیار نزدیک به مقدار آستانه‌ای وجود دارند که از نظر اختلافات ناچیز در

[5] Panel Treshold Regression.

دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند و لذا به نحوی تاثیرگذاری آن‌ها با یک جهش شدید مواجه است. برای حل این مشکل مدل PSTR[6] توسط فوک و همکاران (۲۰۰٤)، گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦) ارائه و توسعه داده شده است. این مدل گسترش یافته مدل رگرسیون آستانه‌ای داده‌های تابلویی با در نظر گرفتن تابع انتقال است. در مدل PSTR، تغییر ضرایب رگرسیونی با حرکت از یک رژیم به رژیم دیگر توسط شیب تابع انتقال که بیانگر سرعت تعدیل است، تعیین می‌شود(Foquau, Hurlin& Rabaud, 2004), (Gonzalez, Terasvirta& (Van Dijk et al, 2005), (Colletaz , Hurlin, 2006).

بر همین اساس، در این مطالعه نیز به منظور بررسی و آزمون رابطه میان متغیرها، در الگوی در نظر گرفته شده از تکنیک اقتصاد سنجی رگرسیون انتقال ملایم داده‌های تابلویی استفاده شده است. برای این منظور به پیروی از مطالعه گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦) یک مدل PSTR با دو رژیم حدی و یک تابع انتقال بصورت رابطه(۱) تعریف می‌شود (Gonzalez et al, 2005; Colletaz & Hurlin, 2006):

$$Y_{it} = \mu_i + \beta_0' X_{it} + \beta_1' X_{it} G(q_{it};\gamma,c) + U_{it} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، Y_{it} متغیر وابسته، X_{it} برداری از متغیرهای برون‌زا، μ_i اثرات ثابت مقاطع و U_{it} جمله خطای مدل است که بصورت $i.d.in(0,\sigma_e^2)$ در نظر گرفته شده است. $G(q_{it};\gamma,c)$ نیز بیانگر یک تابع انتقال پیوسته و کراندار بین صفر و یک است که توسط مقدار آستانه‌ای تعیین می‌شود و بصورت لاجستیکی تعریف می‌شود. γ پارامتر شیب و بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر است. q_{it} متغیر انتقال یا آستانه‌ای است که طبق مطالعه کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦)، می‌تواند از بین متغیرهای توضیحی، وقفه متغیر وابسته و یا هر متغیر دیگری در خارج از مدل که از حیث مبانی نظری در ارتباط با مدل مورد مطالعه بوده و عامل ایجاد یک رابطه غیر خطی باشد، انتخاب گردد. همچنین $c=(c_1,..,c_m)$ یک بردار از پارامترهای حد آستانه‌ای یا مکان‌های وقوع تغییر رژیم است (Colletaz & Hurlin, 2006). گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)، پیشنهاد می‌کند که در عمل لحاظ کردن یک یا دو مقدار آستانه‌ای (m=1 یا m=2)، برای مواجه با تغییرپذیری پارامترها کفایت می‌کند. برای حالت m=1، مدل PSTR بر دو رژیم حدی مرتبط با مقادیر کمتر و بیشتر از متغیر انتقال (q_{it}) در مقایسه با حد آستانه (c_1) و با یک تابع انتقال یکنواخت از ضرایب ($\beta_0^d+\beta_1^d$) و ($\beta_0^h+\beta_1^h$) و ($\beta_0^f+\beta_1^f$) دلالت می‌کند. در صورتی که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند، مدل PSTR به مدل دو رژیمی آستانه‌ای پانلی (PTR) هنسن (۱۹۹۹) تبدیل می‌شود. بدین مفهوم که برای مقادیر $q_{it} \succ c_1$ ، تابع انتقال مقدار عددی یک و در غیر اینصورت مقدار عددی صفر را لحاظ می‌کند. برای m=2، تابع انتقال در نقطه $\frac{c_1+c_2}{2}$ به حداقل می‌رسد و مقدار عددی یک را برای مقادیر کمتر و بیشتر متغیر انتقال لحاظ می‌کند. در این حالت زمانی که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند، مدل PSTR تبدیل به یک مدل آستانه‌ای سه رژیمی می‌شود که دو رژیم متناسب با مقادیر بیرونی آن مشابه هم و متفاوت از مقادیر میانی آن است. در نهایت، زمانی که پارامتر شیب به سمت صفر میل کند و با وجود هر تعدادی از m، مدل PSTR تبدیل یک مدل رگرسیون خطی همگن با اثرات ثابت می‌شود (Gonzalez & et al, 2005).

شکل تعمیم یافته مدل PSTR با بیش از یک تابع انتقال بصورت رابطه زیر تصریح می‌گردد:

$$Y_{it} = \mu_i + \beta_0' X_{it} + \sum_{j=1}^{r} [\beta_j' X_{it}] G_j(q_{it}^j;\gamma_j,c_j) + U_{it} \qquad (۲)$$

[6] Panel Smooth Transition Regression

رابطه (۲)، r بیانگر تعداد توابع انتقال به منظور تصریح توابع غیرخطی می‌باشد. سایر موارد در قسمت‌های قبل معرفی گردید. قابل ذکر است که مدل PSTR با حذف اثرات ثابت از طریق حذف میانگین‌های انفرادی و با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی (NLS)[7] که معادل تخمین حداکثر درست‌نمایی (ML)[8] است، برآورد خواهد شد (Gonzalez et al, 2005).

بر اساس مطالعات انجام شده توسط فوک و همکاران (۲۰۰۵)، گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)، کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) و جوید (۲۰۱۰)، مراحل تخمین بدین صورت است که ابتدا آزمون خطی بودن در مقابل غیرخطی بودن انجام می‌شود. در صورت رد فرضیه صفر خطی بودن رابطه میان متغیرها، باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. اگرچه آزمون خطی بودن می‌تواند با آزمون فرضیه صفر $H_0:\gamma=0$ یا $H_0:\beta_1=0$ انجام شود، اما از آن‌جایی که مدل PSTR تحت فرضیه صفر دارای پارامترهای مزاحم نامعین[9] است، آماره‌های آزمون هر دو فرضیه فوق غیر استاندارد است (Colletaz) ; (Gonzalez et al, 2005) Fok et al & 2005. (,) (Jude, 2010) ; (Hurlin, 2006 &به منظور حل این مشکل، لوکنن و همکاران (۱۹۸۸)، تراسورتا (۱۹۹۸)، استفاده از تقریب تیلور را پیشنهاد کرده‌اند (Luukkonen, Saikkonen & Terasvirta, 1988)(Terasvirta, 1998). گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) در این خصوص تقریب تیلور تابع انتقال $G(q_{it};\gamma,c)$ را برحسب پارامتر γ حول مقدار $\gamma=0$ مطابق رابطه زیر پیشنهاد کرده‌اند:

$$Y_{it}=\mu_i+\beta_0X_{it}+\beta_1X_{it}q_{it}+\ldots+\beta_mX_{it}q_{it}^m+U_{it} \qquad (۳)$$

در رابطه(۳)، فرضیه صفر که بیانگر خطی بودن رابطه بین متغیرها است، به صورت $H_0:\beta_1=\ldots=\beta_M=0$ مطرح می‌گردد که رد فرضیه صفر دلالت بر وجود رابطه غیرخطی و عدم رد آن وجود رابطه خطی بین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد (Gonzalez et al, 2005, Colletaz & Hurlin, 2006). به منظور آزمون این فرضیه و به تبعیت از کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶)، از آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_w)[10]، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F)[11] یا نسبت درستنمایی (LR)[12] استفاده می‌شود. در صورتی که نتایج بدست آمده از یک الگوی PSTR دلالت کند، در مرحله بعدی باید تعداد توابع انتقال جهت صریح کامل رفتار غیرخطی انتخاب گردد. برای این منظور فرضیه صفر وجود یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل دو تابع انتقال آزمون می‌شود. فرایند این آزمون نیز مشابه آزمون خطی بودن است، با این تفاوت که تقریب سری تیلور از تابع انتقال دوم مورد آزمون قرار می‌گیرد که بصورت رابطه (۵) تصریح می‌گردد:

$$Y_{it}=\mu_i+\beta_0X_{it}+\beta_1X_{it}G\left(q_{it}^{(1)};\gamma,c\right)+\beta_{21}q_{it}^{(2)}+\ldots+\beta_{2m}X_{it}q_{it}^{(2)m}+U_{it} \qquad (٤)$$

حال با توجه به رابطه(٤)، آزمون نبود رابطه غیرخطی باقی‌مانده بوسیله‌ی آزمون فرضیه $H_0:\beta_{21}=\ldots=\beta_{2m}=0$ انجام می‌شود. در صورتی که فرضیه صفر رد نشود، لحاظ کردن یک تابع انتقال جهت بررسی کفایت می‌کند. اما در صورتی که فرضیه صفر در این آزمون رد شود، حداقل دو تابع انتقال در مدل PSTR وجود خواهد داشت و در ادامه باید فرضیه صفر وجود دو تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل سه تابع انتقال آزمون شود. این فرایند تا زمانی که فرضیه صفر پذیرفته شود، ادامه می‌یابد (Colletaz & Hurlin, 2006).

۲-۳- معرفی متغیرها و تصریح مدل

با توجه به مطالعات تجربی صورت گرفته، برای بررسی رابطه بین سرریزهای تحقیق و توسعه و بهره‌وری کل عوامل تولید مدل کو و هلپمن (۱۹۹۵)، مدل مناسبی است (Fracaso & Mazzerti, 2015). در این مدل دو عامل انباشت تحقیق و توسعه داخلی و بین‌المللی از مهم‌ترین عوامل موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید است. انباشت تحقیق و توسعه داخلی با استفاده از هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی

---

[7] Non-Linear Least Squares.

[8] Maximum Likelihood.

[9] Contains unidentified nuisance parameters.

[10] Wald Lagrange Multiplayer.

[11] Fischer Lagrange Multiplayer..

[12] Likelihood Ratio.

محاسبه می‌شود و انباشت تحقیق و توسعه بین‌المللی می‌تواند به طور مستقیم (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) و به طور غیر مستقیم (واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای از کشورهای طرف تجاری) بر بهره‌وری کل عوامل تولید تاثیرگذار باشد. از آنجا که در مدل کو و هلپمن (۱۹۹۵)، سرریزهای بین‌المللی از طریق واردات اتفاق می‌افتد، در این مطالعه نیز شاخص وزنی واردات برای محاسبه سرریزها مورد استفاده قرار گرفته است. الگوی اقتصاد سنجی مورد استفاده در این مطالعه نیز برگرفته از مطالعه تجربی فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۲) و به صورت زیر است:

$$\ln TFP_{it} = \alpha_i + \beta_0^{\,d} \ln S_{it}^{d} + \beta_0^{\,h} \ln H_{it} + \beta_0^{f} \ln S_{it}^{f} + \left[\beta_1^{d} \ln S_{it}^{d} + \beta_1^{h} \ln H_{it} + \beta_1^{f} \ln S_{it}^{f}\right] G(q_{it};\gamma,c) + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

در رابطه (۵)، i نشان دهنده کشورو t نشان دهنده زمان است. TFP_{it} بهره‌وری کل عوامل تولید کشور i در زمان t است.

برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از شاخص دیویژیا[13] استفاده شده است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TFP_{it} = A_{it} = \frac{V_{it}}{K_{it}^{\alpha}.L_{it}^{\beta}} \quad (٦)$$

در این رابطه، V_{it} تولید ناخالص داخلی کشور i، L و K به ترتیب نیروی‌کار و موجودی سرمایه کشور i و β,α به ترتیب سهم انباشت سرمایه فیزیکی و نیروی کار از تولید ناخالص داخلی در کشور i را نشان می‌دهند. همچنین، برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید، به تخمین ضرایب تولید نیاز است. با توجه اذعان رومر (۱۹۹۰) و مطالعات تجربی صورت گرفته $\alpha=\frac{1}{3}$ و $\beta=\frac{2}{3}$ در نظر گرفته شده است Aiyar & Feyrer,2002 (& Heydari, Farrokh Nohad & Mohammadzade, 2016). آمارهای تولید ناخالص داخلی (ارزش افزوده)، موجودی سرمایه فیزیکی و نیروی‌کار که برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید لازم می‌باشد، از بانک جهانی[14] استخراج گردیده است. از آنجایی که انباشت سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد بررسی موجود نیست، لذا برای محاسبه آن از رابطه تعدیل موجودی سرمایه و شاخص گریلیچز (۱۹۸۸) استفاده می‌شود. همچنین S_{it}^{d} نشانگر انباشت تحقیق و توسعه داخلی است. برای محاسبه این متغیر با استفاده از داده‌های مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه هر کشور ابتدا انباشت اولیه تحقیق و توسعه در اولین سال دوره‌ی مورد مطالعه و بر طبق فرمول گریلیچز (۱۹۸۸) محاسبه شده است. برای محاسبه این متغیر با از داده‌های تحقیق و توسعه هر کشور ابتدا انباشت اولیه تحقیق و توسعه در اولین سال دوره‌ی مورد مطالعه و بر طبق فرمول گریلیچز (۱۹۸۸) از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$S_0 = \frac{R_0}{(g+\delta)} \quad (۷)$$

در رابطه (۷)، S_0 انباشت اولیه تحقیق و توسعه در اولین سال دوره‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد، R_0 بیانگر هزینه تحقیق و توسعه اولین سال، δ نرخ استهلاک انباشت سرمایه تحقیق و توسعه و g لگاریتم متوسط رشد سالانه مخارج تحقیق و توسعه طی دوره مورد بررسی‌که آمار هزینه‌های تحقیق و توسعه موجود است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$g = \log \frac{R_t / R_0}{n} \quad (۸)$$

در رابطه(۸)، R_t هزینه تحقیق و توسعه آخرین سال مورد بررسی و R_0 هزینه تحقیق و توسعه اولین سالی که در دوره مورد بررسی موجود است و بیانگر تعداد سالهای دوره مورد بررسی است (Griliches, 1988).

بنابراین، انباشت تحقیق و توسعه داخلی در هر سال برابر است با:

$$S_{.} = (1-\delta) S_{.,} + R_{.} \quad (۹)$$

[13] Divisia Index

[14] Worldbank, (2017)

نرخ استهلاک انباشت سرمایه تحقیق و توسعه به پیروی از مطالعه کو و همکاران (۱۹۹۵ و ۲۰۰۹) برای کشورهای در حال توسعه معادل ۵ درصد و برای کشورهای صنعتی گروه هفت معادل ٦ درصد در نظر گرفته شده است. آمارهای مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه کشورها از بانک جهانی[15] استخراج شده است.

Hi سهم سرمایه انسانی کشور i در زمان t را نشان می‌دهد و به عنوان میانگین سال‌های آموزش (تحصیل) نیروی‌کار در نظر گرفته می‌شود. داده‌های مربوط به میانگین سال‌های آموزش نیروی‌کار نیز از سایت بانک جهانی و داده‌های جدول (PWT,2016)[16] استخراج شده است. S_{it}^{f} نیز نشان دهنده انباشت تحقیق و توسعه بین‌المللی است که معیاری برای سرریزهای خارجی در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه در جهان در کشورهای پیشرفته و صنعتی انجام می‌شود و عمده واردات کشورهای در حال توسعه از کشورهای بزرگ صنعتی را کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای تشکیل می‌دهد؛ به طور معمول برای محاسبه سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی از انباشت سرمایه تحقیق و توسعه بین‌المللی که در کشورهای گروه هفت صورت می‌گیرد، استفاده می‌شود (Heydari & et al, 2016). در این مطالعه نیز از شاخص وزنی واردات کو و هلپمن (۱۹۹۵) استفاده شده است که از فرمول زیر برای محاسبه آن استفاده می‌شود:

$$S_{it}^{f} = \sum_{h} m_{hit} . S_{ht}^{d} \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق، i و j نشان دهنده کشور و t نشان‌دهنده زمان است. S_{it}^{f} سهم تحقیق و توسعه خارجی، m_{hit} : نشان دهنده واردات وزنی کشور i از کشور h در زمان t است که در این مطالعه i کشورهای در حال توسعه و h برای کشورهای صنعتی گروه هفت در نظر گرفته شده است. S_{ht}^{d} : سهم انباشت تحقیق و توسعه داخلی هر کشور پیشرفته و صنعتی گروه هفت می‌باشد. لازم به ذکر است که آمارهای تحقیق و توسعه برای محاسبه انباشت تحقیق و توسعه بین المللی از بانک جهانی و آمارهای مربوط به واردات کشورها از سایت سازمان کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)[17]، استخراج شده است.

$G(q_{it};\gamma,c)$ تابع انتقال و q_{it},γ,c به ترتیب حد آستانه، سرعت انتقال و متغیر انتقال هستند که در قسمت قبل به طور کامل توضیح داده شد. با توجه به مبانی نظری و تجربی موجود در زمینه موضوع مورد مطالعه، در این تحقیق متغیرهای ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی (درجه توسعه یافتگی) به عنوان متغیر انتقال انتخاب شده اند. در توضیح این مسئله و با توجه به مبانی نظری موجود، انتظار می‌رود که در سطوح پایین ظرفیت جذب، کشورها علی‌رغم داشتن روابط تجاری در حوزه بین‌الملل امکان بهره‌برداری کافی و موثر از سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی را نداشته باشند. اما با گذر از سطوح پایین ظرفیت جذب، توان بهره‌برداری از سرریزهای بین‌المللی نیز افزایش یافته و امکان بومی سازی و تولید محصولات با فناوری بالاتر را در اختیار کشورها قرار می‌دهد. از این رو، می‌تواند بر اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید نیز موثر واقع شود. از طرف دیگر، شاخص عقب‌ماندگی نسبی کشورها در جهت عکس عمل نموده و با افزایش این شاخص توان کشورها برای بهره‌گیری از فناوری وارداتی از طریق تجارت کاهش می‌یابد و تاثیر سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در جهت عکس عمل می‌نماید. لذا در تبیین رفتار غیرخطی محتمل میان متغیرهای موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید، ظرفیت جذب و درجه عقب‌ماندگی نسبی کشورهای در حال توسعه نقش به سزایی دارد. در این تحقیق، وقفه سرمایه انسانی معیاری برای ظرفیت جذب در نظر گرفته می‌شود. همچنین یکی از معیارهای اندازه گیری عقب‌ماندگی نسبی یک کشور بوسیله شکاف GDP سرانه بر حسب PPP[18] در کشور دریافت‌کننده نسبت به کشور پیشگام (آمریکا)، نشان داده می‌شود و بصورت قدر مطلق در نظر گرفته می‌شود (Fracaso & Mazzerti, 2012). برای محاسبه این متغیر به پیروی از فالوی و همکاران (۲۰۰۷)[19]، از رابطه زیر استفاده است:

---

[15] Worldbank, (2017)

[16] Panel world Table,(2016).

[17] United Nations Conference on Trade and Development Data.

[18] Purchasing Power Parity.

[19] Folvey & et al, (2007).

$$GAP_{it} = \frac{GDP_{it} - GDP_{ust}}{GDP_{ust}} \quad (۱۱)$$

برای جمع‌آوری داده‌های مورد استفاده از آمارهای مربوط به بانک جهانی[۲۰] استفاده شده است. لازم به ذکر است که تمامی متغیرها در این تحقیق به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای برآورد الگو و تجزیه و تحلیل‌های آماری نیز از نرم‌افزارهای متلب (۲۰۱۰)[۲۱] و ایویوز (۸)[۲۲] استفاده شده است. همچنین، لیست کشورهای در حال توسعه پیوست گردیده است.

۴- برآورد مدل

در ادامه و به منظور برآورد مدل بر اساس الگوی PSTR، ابتدا ویژگی مانایی متغیرها بر مبنای آزمون ریشه واحد داده‌های تابلویی لوین، لین و چو (LLC)[۲۳] و ایم، پسران و شین (IPS)[۲۴] بررسی شده است و نتایج این آزمون در جدول ۱ گزارش داده شده است و نشان می‌دهد که تمامی متغیرها مانا می‌باشند.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد (LLC) و (IPS) برای متغیرهای مدل
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 1. LLC & IPS Unit root test results for variables of model
Source: Research results

نام متغیر	آماره آزمون(LLC)	مقدار بحرانی	آماره آزمون(IPS)	مقدار بحرانی
LnF	۱/۱۸	۱/۰۵	۰/۰۰۷	-۱/۴۹
LnS_d	۱/۸۴	۱/۰۰۹	۰/۰۰۰	-۱/۴۸
Ln Hi	۰/۵۲	۰/۰۵	۰/۰۰۰	-۳/۶۹
Ln Sf	۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۰۲	-۱/۹۱
Ln Hi(t-1)	۲/۹۳	۲/۵۰	۰/۰۰۹	-۰/۲۵
Ln Gap(t-1)	۰/۴۵	-۰/۱۰	۰/۰۰۰	-۵/۱۱

قبل از تخمین مدل نهایی PSTR، ابتدا فرضیه صفر خطی بودن مدل در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR و همچنین نبود رابطه غیرخطی باقی‌مانده برای تصریح بهتر مدل PSTR انجام می‌شود. فرضیه صفر آزمون خطی بودن، صفر بودن تابع انتقال است و برای آزمون نبود رابطه غیرخطی باقی‌مانده نیز بر اساس مطالعه گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین(۲۰۰۶)، فرضیه صفر وجود الگوی PSTR با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با حداقل دو تابع انتقال، سپس وجود دو تابع انتقال در برابر سه تابع انتقال و نهایتا سه تابع

[20] WordBank, (2017).

[21] Matlab,2010.

[22] Eviwes (8)

[23] Levin, Lin & Chu.

[24] Im, Pesaran & Shin.

انتقال در برابر چهار تابع انتقال مورد آزمون قرار گرفته است (Dliri & Nazari, 2018) . نتایج این آزمون برای دو متغیر انتقال ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی در جدول ۲ برای کشورهای در حال توسعه ارائه شده است. نتایج آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_W) ، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F) و نسبت درست‌نمایی (LR) برای یک و دو حد آستانه‌ای (M=2) و (M=1) نشان می‌دهد که رابطه میان متغیرها در هر دو حالت که ظرفیت جذب یا عقب‌ماندگی نسبی بعنوان متغیر انتقال در نظر گرفته شود، از یک الگوی غیرخطی پیروی می‌کنند. همچنین، آزمون نبود رابطه غیرخطی باقی‌مانده بر اساس تمام آماره‌های محاسبه شده، نشان می‌دهد که در هر دو حالت لحاظ کردن سه تابع انتقال برای تعیین رابطه غیرخطی میان سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی و بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه کفایت می‌کند.

جدول ۲.نتایج آزمون خطی بودن و تعیین تعداد توابع انتقال

مأخذ: نتایج پژوهش

Table 2 . Linearity test results and determine the number of transfer functions

Source: Research results

	M=1			M=2		
	LM_w	LM_f	LR	LM_w	LM_f	LR
پنلA: متغیر انتقال (ظرفیت جذب)						
$H_0: r=0, vs, H_1: r=1$	۳۲/٦٤ (۰/۰۰۰)	۸/۰۳ (۰/۰۰۰)	۲٦/۳۳ (۰/۰۰۰)	۹۷/۵۱ (۰/۰۰۰)	۱۲/۹۲ (۰/۰۰۰)	۱۰۳/۳٤ (۰/۰۰۰)
$H_0: r=1, vs, H_1: r=2$	٤۲/۲۳ (۰/۰۰۰)	۱۰/٤۱ (۰/۰۰۰)	٤۳/۲۷ (۰/۰۰۰)	۹٦/۹۱ (۰/۰۰۰)	۱۲/۷۱ (۰/۰۰۰)	٦۷/۰۲ (۰/۰۰۰)
$H_0: r=2, vs, H_1: r=3$	۲٤/۱۸ (۰/۰۰۱)	٤/۳۵ (۰/۰۰۲)	۳۳/٤۱ (۰/۰۰۲)	۳۲/۷۱ (۰/۰۰۰)	۷/۷۷ (۰/۰۰۰)	۳۱/٤۱ (۰/۰۰۰)
$H_0: r=3, vs, H_1: r=4$	۷/۷۱ (۰/۱۰۳)	۱/۸۰ (۰/۱۲۵)	۷/۷٤ (۰/۱۰۱)	۱٤/۵۲ (۰/٦۹۰)	۱/۷۰ (۰/۹۳۰)	۱٤/٦٤ (۰/٦٦۰)
پنلB: متغیرانتقال (عقب‌ماندگی نسبی)						
$H_0: r=0, vs, H_1: r=1$	۱۰۸/۹۸ (۰/۰۰۰)	۲۵/۵۵ (۰/۰۰۰)	۱۲۲/۲۸ (۰/۰۰۰)	۱۳/۸۳ (۰/۰۰۰)	۲۲/۷۸ (۰/۰۰۰)	۷۱/٦٦ (۰/۰۰۰)
$H_0: r=1, vs, H_1: r=2$	٤۷/۷۲ (۰/۰۰۰)	٦/۸۵ (۰/۰۰۰)	۵۰/۱۰ (۰/۰۰۰)	۳۹/۰٤ (۰/۰۰۰)	۹/۵۳ (۰/۰۰۰)	۳٦/۳۸ (۰/۰۰۰)
$H_0: r=2, vs, H_1: r=3$	۳۱/۷۳ (۰/۰۰۱)	-۰/٤۹ (۰/۰۰۱)	-٤/۵۷ (۰/۰۰۱)	۳/۷۸ (۰/٤۳٦)	۰/۸۵ (۰/٤۹٤)	۳/۷٦ (۰/٤۳۹)
$H_0: r=3, vs, H_1: r=4$	۳/۳۳ (۰/۵۰۳)	۰/۷۷ (۰/۵٤۰)	۳/۳٤ (۰/۵۰۲)	۱٤/۵۲ (۰/٦۹۰)	۱/۷۰ (۰/۹۳۰)	۱٤/٦٤ (۰/٦٦۰)

پس از آزمون خطی بودن و تعیین سه تابع انتقال، در ادامه باید تعداد مکان‌های آستانه‌ای ضروری برای برآورد مدل نهایی انتخاب شوند. برای این منظور دو مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالات برآورد شده و از میان آنها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقی‌مانده‌ها،

شوارتز[۲۵] و آکائیک[۲۶] مدل بهینه انتخاب می‌گردد. نتایج جدول ۳ حاکی از آن است که بر اساس معیارهای شوارتز و آکائیک، در هر دو حالت ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی به عنوان متغیر انتقال، مدل PSTR با یک حد آستانه‌ای، مدل بهینه‌ای برای کشورهای مذکور می‌باشد.

جدول ۳. تعیین تعدا مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال

مأخذ: نتایج پژوهش

Table 3 . Determine the number of threshold locations in a transfer function

Source: Research results

M=2			M=1		
معیار مجذور باقی‌مانده-ها	معیار آکائیک	معیار شوارتز	معیار مجذور با قی-مانده‌ها	معیار آکائیک	معیار شوارتز
پنلA: متغیر انتقال (ظرفیت جذب)					
۱۳/۲۱	-۳/۹۹	-٤/۱۳	۱۲/۹٦	-٤/۰۰٥	-٤/۳٤
پنلB: متغیر انتقال (عقب‌ماندگی نسبی)					
۱۰/٥٤	-٤/۲۳	-٤/۳٥	۹/٦٤	-٤/۲۹	-٤/٤۲

نتایج تخمین مدل PSTR با سه تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای که بیانگر یک مدل دو رژیمی است، با در نظر گرفتن ظرفیت جذب به عنوان متغیر انتقال در جدول ٤ و با در نظر گرفتن متغیر عقب‌ماندگی نسبی به عنوان متغیر انتقال، در جدول ٥ گزارش شده است. حد آستانه‌ای ظرفیت جذب و عقب‌ماندگی نسبی برای هر تابع انتقال و پارامترهای شیب که بیانگر سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر است، برای هر رژیم به طور جداگانه گزارش شده است. با توجه به اینکه اعداد مورد استفاده بصورت لگاریتمی هستند، به منظور درک بهتر نتایج از اعداد آنتی لگاریتم گرفته می‌شود.

زمانی که مقدار ظرفیت جذب برابر با ۳/۰۹ هست (یعنی میانگین سال‌های تحصیل نیروی انسانی حدود ۲۲سال باشد)، جهت یا شدت تأثیرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، تغییر رژیم اتفاق می‌افتد و این تغییر رژیم با سرعتی معادل ۳۵۲/۳٦ صورت می‌گیرد. در تابع انتقال دوم، مقدار حد آستانه ای ظرفیت جذب در این تابع انتقال برابر با ۲/۹٥ (میانگین سال‌های تحصیل ۱۹ سال باشد)، گزارش شده است و در تابع انتقال سوم و مقدار حد آستانه‌ای برابر با ۲/۱۰ (میانگین سال‌های تحصیل ۸ سال باشد) می‌باشد. حد آستانه‌ای در حقیقت نقطه متمایز کننده رژیم‌ها در مدل PSTR می‌باشد که با توجه به مقدار پارامتر شیب برآورد شده و مقادیر متغیر انتقال (ظرفیت جذب)، ضرایب تخمینی مدل از یک رژیم به رژیم دیگر تغییر می‌یابند.

از آنجا که ضرایب متغیرها با توجه به مقدار متغیر انتقال (ظرفیت جذب) و پارامتر شیب تغییر می‌یابند و برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نمی‌باشند، نمی‌توان مقدار عددی ضرایب ارائه شده در جدول ٤ را برای حالتی که متغیر انتقال صفر نباشد مستقیماً تفسیر نمود و بهتراست علامت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. بر همین اساس، مطابق روابط گزارش شده در جدول ٤، دو رژیم حدی برای کشورهای درحال توسعه مورد بررسی قرار گرفته است. در رژیم اول، یعنی قسمت خطی مدل PSTR که در آن مقدار تابع انتقال صفر در نظر گرفته شده است، متغیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی اثر منفی و متغیرهای سرمایه انسانی و انباشت تحقیق و توسعه بین‌المللی

[25] Schwarz Criterion.

اثر مثبت و معنی داری بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه دارند. رژیم حدی دوم، متناسب با حالتی است که از حد آستانه‌ای ظرفیت جذب به سطوح بالاتر عبور کرده‌ایم و در این حالت تابع انتقال مقدار عددی یک، دو و سه دارد و به صورت رابطه دوم تصریح می‌شود (Shahbazi & Saeedpour, 2014). با توجه به تابع تصریح شده در جدول ٤، با گذر از حد آستانه‌ای ظرفیت جذب، متغیرهای انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و انباشت تحقیق و توسعه بین-المللی دارای اثر مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه بوده‌اند و این اثر در مقایسه با حالت قبل بزرگتر به دست آمده است. در واقع، با افزایش ظرفیت جذب کشورهای در حال توسعه، اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش یافته است. به عبارت دیگر، هر چه میانگین سال‌های آموزش و تحصیل نیروی انسانی افزایش یابد، اثرگذاری سریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید نیز افزایش یافته است. با توجه به مقدار حدود آستانه‌ای گزارش شده (پایین‌تر از حد ۲/۱۰ و بالاتر از حد آستانه ۳/۰۹)، از میان کشورهای در حال توسعه کشورهایی که طی دوره مورد بررسی تابع بهره‌وری آن‌ها مطابق رژیم اول رفتار می‌کند عبارتند از : دانمارک، فنلاند، کره، نروژ، اسلواکی، اسلوونی، روسیه، بورکینا فاسو، نیجریه و هند. برخی کشورها نیز در طی سالهای اولیه دوره مورد بررسی که از سطوح ظرفیت جذب پایین‌تری برخوردار بوده‌اند، از رژیم خطی پیروی کرده و در بقیه سالها مطابق رژیم دوم یعنی رژیم غیر خطی رفتار می‌نمایند. این کشورها شامل، ایران، ترکیه، مصر، اوکراین، قزاقستان، لوکزامبورگ، لیتوانی و ارمنستان می‌باشند. همچنین کشورهایی که مطابق قسمت غیرخطی مدل رفتار می‌کنند شامل کشورهای آرژانتین، بلژیک، برزیل، استرالیا، یونان، ایسلند، ایرلند، مالزی، فیلیپین، پرتغال، پرو، چین، بلغارستان، کلمبیا، مکزیک، اسپانیا، پاراگوئه، قرقیزستان ومولداوی. بنابراین، با توجه به نتایج بدست آمده، میزان تاثیر پذیری کشورها از سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی ارتباط مستقیمی با مقدار ظرفیت جذب آن کشورها دارد.

جدول ٤.برآورد الگوی PSTR
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 4 . Estimation of the PSTR specification
Source: Research results

$\ln Sd$	-۰/۰۲ (-۱/۲)	۰/۲۳ (۸/۰٤)	-۰/۰۸ (-۲/۲٤)	۰/۰۵ (۲/۱۵)
$\ln Hi$	۰/۰۵ (۰/۵۷)	-۰/۲۲ (-٦/۰۷)	۰/۲۸ (۵/۰۳)	۰/۲۲ (٤/۷۵)
$\ln SF$	۰/۰٤ (۰/۸۹)	-۰/۱٦ (-۱/٦۱)	۰/۰۳ (۰/۳۳)	۰/۱۸ (۱/۵۳)
		C=۳/۰۹	C=۲/۲۹	C=۲/۱۰
		۳۵۲ γ = /۳٦	۲۸ γ = /۵۷	۲۸ γ = /۲۷
رژیم حدی اول: $G(q_{it},\gamma,c)=0$ $\ln F = c - 0.02\ln S_d + 0.03\ln H_i + 0.04\ln S_f$				
رژیم حدی دوم: $G(q_{it},\gamma,c)=1,2,3$ $\ln F = C + 0.18\ln S_d + 0.33\ln H_i + 0.09\ln S_f$				

توجه: مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده آماره t می‌باشد. ۷ وC به ترتیب بیانگر پارامتر شیب و حد آستانه‌ای ظرفیت جذب می‌باشند.

همچنین نتایج حاصل از تخمین مدل PSTR دو رژیمی با سه تابع انتقال و در شرایطی که درجه عقب‌ماندگی نسبی متغیر انتقال باشد، در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، حد آستانه‌ای عقب‌ماندگی نسبی در کشورهای در حال توسعه در به ترتیب مقدار ۱/۲۸-، ۰/۰۳٦- و ۰/۰۱٤- می‌باشد. به منظور درک بهتر نتایج، از اعداد آنتی لگاریتم گرفته می‌شود. زمانی که مقدار عقب‌ماندگی نسبی برابر با ۱/۲۸- (یعنی حدود ۰/۲۷) است، جهت یا شدت تأثیرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، تغییر رژیم اتفاق می‌افتد و این تغییر رژیم با سرعتی معادل ٤٧١/٩٩ صورت می‌گیرد. در تابع انتقال دوم، سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر معادل ۳/٤٥ بوده و مقدار حد آستانه ای عقب‌ماندگی نسبی در این تابع انتقال برابر با ۰/۰۳٦- (یعنی معادل ۰/۹٦)گزارش شده است. در تابع انتقال سوم سرعت انتقال معادل ۰/٦٤ است و مقدار حد آستانه‌ای برابر با ۰/۰۱٤- (یعنی حدود ۰/۹۸) می‌باشد. با توجه به حدود آستانه به دست آمده، وقتی مقدار متغیر عقب‌ماندگی نسبی کمتر از ۰/۲۷ و یا بیشتر از ۰/۹۸ باشد، رفتار متغیرها بر اساس رژیم اول یعنی قسمت خطی مدل تعیین می‌شود و در سطوح بین این دو حد آستانه، رژیم غیرخطی تعیین‌کننده رفتار متغیرها است.

از آنجا که ضرایب متغیرها با توجه به مقدار متغیر انتقال (عقب‌ماندگی نسبی) و پارامتر شیب تغییر می‌یابند و برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نمی‌باشند، نمی‌توان مقدار عددی ضرایب ارائه شده در جدول ۵ را مستقیماً تفسیر نمود و بهتراست علامت‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. به منظور ارائه درک واضح‌تر نتایج به دست آمده، دو رژیم حدی برای کشورهای درحال توسعه مورد بررسی قرار می‌گیرند. رژیم حدی اول متناسب با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند و مقدار متغیر انتقال (ظرفیت جذب) کمتر از حد آستانه‌ای باشد، در این حالت، تابع انتقال مقدار عددی صفر دارد و به صورت رابطه اول در زیر جدول نتایج آورده شده است و رژیم حدی دوم متناسب با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند، اما مقدار متغیر انتقال (عقب‌ماندگی نسبی) بزرگ‌تر از حد آستانه‌ای باشد، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی یک، دو و سه دارد و برایند رفتار غیرخطی متغیرها بر اساس توابع انتقال مختلف، به صورت رابطه دوم در جدول نتایج تصریح شده است. در رژیم اول و در شرایطی که کشورهای در حال توسعه از سطوح بسیار پایین یا بسیار زیاد عقب‌ماندگی نسبی برخوردار باشند، اثر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و انباشت تحقیق و توسعه بین‌المللی که معیاری برای سرریزهای بین‌المللی است مثبت و معنی دار به دست آمده است. در رژیم دوم و در قسمت غیرخطی مدل یعنی وقتی که شاخص عقب ماندگی نسبی در کشورهای در حال توسعه از حد معینی افزایش پیدا کند، اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید نیز افزایش یافته و مقدار آن برابر با ۰/۲۹ می‌باشد. درواقع، هر چه درجه عقب‌ماندگی نسبی کشورهای در حال توسعه افزایش یابد، تاثیر سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش یافته و ضریب اثرگذاری آن بزرگتر به دست آمده است. به عبارت بهتر، برای آنکه سرریزهای بین‌المللی بتوانند موثرتر واقع شوند، درجه عقب‌ماندگی نسبی در کشورهای در حال توسعه باید از حد پایین بزرگتر بوده و از حد بالای آن کمتر باشد که این مقدار در این تحقیق حد فاصل ۰/۲۷ تا ۰/۹۸ به دست آمده است. مطابق نتایج به دست آمده، کشورهایی که مطابق رژیم خطی رفتار می‌کنند شامل: استرالیا، استریا، بلژیک، دانمارک، ایسلند، ایرلند، نروژ، هلند، سنگاپور، لوکزامبورگ، بورکینافاسو، قرقیزستان و نیجریه هستند وکشورهایی که پیرو رفتار غیر خطی بوده‌اند، شامل: برزیل، آرژانتین، ارمنستان، فنلاند، یونان، هند، ایران، کره، لیتوانی، مالزی، پرو، فیلیپین، پرتغال، رومانی، اسلواکی، اسلوونی، اسپانیا، تایلند، ترکیه، اوکراین، چین، بلغارستان، روسیه، کلمبیا، مکزیک، پاراگوئه، مصر و قزاقستان می‌باشند.

جدول ۵. برآورد الگوی PSTR
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 5 . Estimation of the PSTR specification
Source: Research results

متغیرها	r=0	r=1	r=2	r=3
$\ln Sd$	۰/۱۵ (۲/۰۹)	۰/۰۰۸ (۰/۱٦)	-۰/۱۵ (-۱/۰۵)	۰/۱۰ (۰/۲٤)
$\ln Hi$	۰/۱۰	-۰/۲۱	-۰/٤۷	۱/۳۱

	(۱/۷)	(-۷/۷۷)	(-۵/۴۲)	(۴/۸۸)
$\ln SF$	۰/۲۴ (۴/۲۰)	-۱/۰۷ (-۵/۵۳)	۳/۲۹ (۸/۷۳)	-۲/۱۷ (-۴/۲۳)
		C=-۱/۲۸	C=-۰/۰۳۶	C=-۰/۰۱۴
		۴۷۱ γ = /۹۹	۳ γ = /۴۵	γ = ۰ /۶۴
رژیم حدی اول: $G(q_{it},\gamma,c)=0$ $\ln F = c+0.1\ln S_d+0.15\ln H_i+0.24\ln S_f$				
رژیم حدی دوم: $G(q_{it},\gamma,c)=1,2,3$ $\ln F = c+0.1\ln S_d+0.73\ln H_i+0.29\ln S_f$				

*. توجه: مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده آماره t می‌باشد. γ و C به ترتیب بیانگر پارامتر شیب و حد آستانه‌ای عقب ماندگی نسبی می‌باشند.

۵- نتیجه‌گیری

در این مطالعه تاثیرسرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین با توجه به گمانه‌زنی‌های موجود در رابطه با وجود برخی اثرات غیر خطی احتمالی میان متغیرها، برای بررسی این موضوع از روش رگرسیون غیرخطی انتقال ملایم داده‌های تابلویی استفاده شده است. دوره زمانی مورد بررسی طی سال‌های ۱۹۹۵- ۲۰۱۵ در نظر گرفته شده است و نمونه مورد بررسی کشورهای در حال توسعه است. در این راستا، ابتدا اثرات غیرخطی سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید با در نظر گرفتن نقش ظرفیت جذب به عنوان متغیر انتقال محاسبه شده است و سپس اثر درجه عقب‌ماندگی نسبی کشورها بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی و متعاقبا بهره‌وری کل عوامل تولید مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج تحقیق گویای این است که متغیر ظرفیت جذب که معادل میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی در نظر گرفته شده است، تاثیر مثبت و معنی داری بر اثرگذاری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه دارد. یعنی با افزایش حد آستانه‌ای ظرفیت جذب میزان اثرگذاری سرریزها بر بهره‌وری نیز افزایش یافته است. بنابراین، کشورهای در حال توسعه برای بهره بردن از اثرات سرریز بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید به حد مشخصی از آموزش نیروی انسانی نیاز دارند. بعنوان مثال، مطابق نتایج به دست آمده در جدول ٤، چنانچه میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی در این کشورها کمتر از ۸ سال یا بیشتر از ۲۲ سال باشد، رفتار متغیرها بر اساس رژیم خطی بوده و میزان اثرگذاری سرریزها روی بهره‌وری کل عوامل تولید کاهش می‌یابد. اما کشورهایی که میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی آن‌ها بین ۸ تا ۲۲ سال است مطابق رژیم غیرخطی رفتار نموده و تاثیر سرریزها بر بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش یافته و معادل ۰/۲۹ گزارش شده است. همچنین، شاخص عقب‌ماندگی نسبی نیز بصورت مستقیم عمل نموده و با افزایش شکاف تکنولوژیکی کشورهای در حال توسعه از کشور رهبر (در این مطالعه آمریکا در نظر گرفته شده است) میزان اثرگذاری سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید این کشورها افزایش داشته است. اما این افزایش تا حد مشخصی از عقب‌ماندگی وجود خواهد داشت. در واقع، مطابق نتایج گزارش شده در قسمت اول،کشورهای در حال توسعه‌ای که درجه عقب‌ماندگی نسبی کمتر از ۰/۲۷ یا بیشتر از ۰/۹۸ داشته باشند، اثرگذاری سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کمتر از حالتی است که درجه عقب‌ماندگی کشورها بین ۰/۲۷ تا ۰/۹۸ باشد. یعنی با افزایش درجه عقب‌ماندگی نسبی به بالاتر از ۰/۲۷، میزان اثرگذاری سرریزها بر بهره‌وری نیز افزایش می‌یابد تا جایی که مقدار آن به ۰/۹۸ می‌رسد و بعد از آن مجددا اثر سرریزها بر اساس رژیم خطی تفسیر شده و کاهش یافته است.

بنابراین،کشورهای در حال توسعه برای آنکه بتوانند از مزایای سرریزهای تحقیق و بین‌المللی در جهت بهبود بهره‌وری خود برخودار شوند، بایستی پتانسیل‌های خود را در زمینه تجارت بین‌الملل شناسایی نموده و کشورهایی را که در زمینه سرریزهای تحقیق و توسعه بیشترین نفع را به آن‌ها می‌رسانند، مد نظر قرار دهند. بعبارت بهتر، کشورهای در حال توسعه با یستی ضمن تسهیل کردن روابط تجاری با کشورهای دارای فناوری بالا و انتخاب شرکای تجاری مناسب، با کاهش تعرفه واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای که بیشترین سرریز علم را به کشور دارند، زمینه ورود فناوری‌های جدید را فراهم سازند. علاوه‌براین، در کنار توجه به روابط تجاری، با تربیت و آموزش کارآمد نیروی انسانی متخصص و تقویت ظرفیت جذب داخلی امکان جذب و بومی‌سازی فناوری‌های جدید را ایجاد نموده و زمینه را برای جذب هر چه بیشتر سرریزها فراهم کنند. همچنین، این کشورها می‌توانند با سیاست‌گذاری صحیح در استفاده از منابع داخلی، اختصاص بودجه‌های مناسب برای فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و نظارت جدی بر آن‌ها، جلوگیری از فساد اداری و رانت‌جویی و با تقویت تولید داخلی به درجات منابی از توسعه یافتگی دست پیدا کرده و شکاف تکنولوژیکی خود را از کشورهای پیشرو کاهش دهند تا بتوانند بیشترین بهره را از تجارت بین‌الملل خود داشته باشند و با جذب بیشتر فناوری‌های خارجی، در عرصه جهانی به رقابت موثر پرداخته و از منافع سرریزهای بین‌المللی در جهت بهبود سطح بهره‌وری خود استفاده نمایند.

قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.

Acknowledgments: Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution.

تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده اند.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

Abramovitz, M. (1986). Catching-up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, XLVI (2), 385-406.

Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60 (2), 323–51.

Aiyar Shekhar, S., & Feyrer, J. (2010). A Contribution to the Empirics of Total Factor Productivity. August 12, *Dartmouth College Working Paper*. 02-09..

Behboodi, D., & Mamipour, S. (2007). International trade, knowledge overflow and total productivity of Iranian production factors. *Journal of New Economy and Commerce*, 9, 33-55. (in Persion)

Cainelli, G., Fracasso, A., & Vittucci Marzetti, G. (2014). Spatial agglomeration and productivity in Italy:a panel smooth transition regression approach.. *Regional Science*, 10(4), 128-166.

Coe, D. T., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. (1997). North-south R&D spillovers. *The Economic Journal*,107 (440), 134–149.

Coe, D., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39, 859–887.

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, 99 (397), 569-96.

Colletaz, G., & Hurlin, C. (2006). Threshold effects in the public capital productivity: an international panel smooth transition approach. *document de Recherche du Laboratoire d'Economie d'Orléans*. 2006-1.

Crespo-Cuaresma, J., Foster, N., & Scharler, J. (2004). On the determinants of absorptive capacity: Evidence from OECD countries. In: *Proceedings of OENB Workshops*. Vol. 2/2004.

Daliri, H., Nazari, A. (2019). Threshold Effects of Inflation on Growth in D8 Countries: A Panel Smooth Transition Regression Approach. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 15(4), 1-20. doi: 10.22055/jqe.2018.23066.1706. (in Persion)

Engelbrecht, H. J. (1997). International R&D spillovers, human capital and productivity in oecd economies: An empirical investigation. *European Economic Review*. 41 (8), 1479–1488.

Falvey, R., Foster, N., & Greenaway, D. (2007). Relative backwardness, absorptive capacity and knowledge spillovers. *Economics Letters*, 97 (3), 230–234.

Fouquau, J., Hurlin, C., & Rabaud, I. (2008). The Feldstein-Horioka puzzle: A panel smooth transition regression approach. *Economic Modelling*, 25 (2), 284–299.

Fracasso, A., & G. Vittucci Marzetti, G. (2015). International trade and R&D spillovers, *Journal of International Economics*,1996(15), 6-30.

Fracasso, A., & Vittucci Marzetti, G. (2012). An empirical note on international R&D spillovers. *Empirical Economics*, 45 (1), 179-191.

Gerschen kron, A. (1962). Economic backwardness in historical perspective. *BelknapPress*, Cambridge MA.

Gonzalez, A. & Terasvirta, T., & van Dijk, D.(2005). Panel smooth transition Model and an Application to Investment Under Credit Constraint, SSE/EFI. Working Paper Series. *Economics and Finance 604*, Stockholm School of Economics.

Griliches, Z. (1988). Productivity puzzles and R&D: another non-explanation. *Journal of Economic Perspectives*, 2(4), 9-21.

Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991)b. Trade, knowledge spillovers and growth. *European Economic Review*, 35 (2), 517–526.

Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 93 (2), 334–368.

Heydari, H., Farrokh Nohad, P., & Mohammadzadeh, Y. (1395). The role of research and development and Absorption Capacity in the Productivity of Production factors in Developing Countries. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 3, 62-37. (in Persion)

Jude, E. (2010). Financial development and growth: Panel smooth regression approach. *Journal of Economic Development*, 35(1), 15-33.

Keller, W. (1996). Absorptive capacity: On the creation and acquisition of technology in development. Journal of Development Economics 49 (1), 199- 227.

Keller, W. (2005). International technology di_usion. *Journal of Economic Literature*, 42 (3), 752-782.

Kwark, N.-S., & Shyn, Y.-S. (2006). International R&D spillovers revisited: Human capital as an absorptive capacity for foreign technology. *International Economic Journal*, 20 (2), 179-196.

Luukkonen, R., Saikkonen, P., & Terasvirta, T. (1988). Testing linearity against smooth transition autoregressive models. *Biometrika*, 75, 491-499.

Mancusi, M. L. (2008). International spillovers and absorptive capacity: A cross country cross-sector analysis based on patents and citations. Journal of International Economics, 76 (2), 155-165.

Matthews, R. C. O. (1969). Why growth rates differ. *Economic Journal* , 79 (314), 261-268.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98 (5), 71-102.

Sepehrdoost, H., Shahabadi, A., & Shojaei, A. (2013). The effect of foreign R&D and human capital overflow on the technical efficiency of production factors. *Quarterly Iraniian Journal of Trade Studies*, 68, 149-174. (in Persion)

Shahabadi, A., & Amiri, Mustafa. (2014). The Impact of Domestic Research and Development Accumulation and External R&D Overflow on Total Productivity Growth of Iran's Agricultural Production Factors. *Journal of Applied Economies Studies, Iran*, 3 (9), 93-112. (in Persion)

Shahabadi, A., & Rahmani, O. (2008). The Role of Accumulation of Domestic and Foreign Research and Development on the Productivity Growth of all factors of Production in the Industrial Sector. *Quarterly Journal of New Economy and Trade*, 14, 18-38. (in Persion)

Shahbazi, K., & Saeedpour, L. (2013). The impact of financial development thresholds on the economic growth of D8 countries. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 3 (12), 21-38. (in Persion)

World Bank ,(2017). World Bank Development Indicators. Reported by Www.Worldbank.org.

پیوست:

لیست کشورهای در حال توسعه مورد استفاده در این مطالعه به شرح ذیل می‌باشد:

استرالیا، استریا، بلژیک، دانمارک، فنلاند، یونان، ایسلند، ایرلند، کره جنوبی، لیتوانی، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، پرتغال، سنگاپور، اسلواکی، اسلوونی، اسپانیا، روسیه، آرژانتین، برزیل، ایران، مالزی، پرو، رومانی، تایلند، ترکیه، چین، بلغارستان،کلمبیا، مکزیک، قزاقستان، ارمنستان، هندوستان، فیلیپین، اوکراین، بورکینا فاسو، پاراگوئه، مصر، قرقیزستان، مولداوی، نیجریه.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی