پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان
دانشگاه مازندران
سال چهاردهم، شماره‌ی۲۸، نیمه‌ی دوم ۱۳۹۸

تاثیر آستانه‌ای ظرفیت جذب بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و بهره‌وری‌کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰

نسیم حمزه‌نژاد [*]
بهزاد سلمانی [**]
محمدمهدی برقی اسگویی[***]

doi: 10.22080/iejm.2020.15746.1655

چکیده

در این مطالعه تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب مورد بررسی قرار گرفته است. دروه زمانی این مطالعه ۱۹۹۵- ۲۰۱۵ در نظر گرفته شده است. همچنین، برای بررسی موضوع روش رگرسیون انتقال ملایم پانلی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، برای آنکه سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بتوانند بر بهره‌وری کل عوامل تولید بهتر اثر بگذارند، کشورهای در حال توسعه بایستی به سطوح مشخصی از ظرفیت جذب داخلی برسند. ضرایب به دست آمده نشان می‌دهد که با عبور کشورهای در حال توسعه از حد آستانه ظرفیت جذب، تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی روی بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش خواهد یافت. در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه متوسط با عبور از حد آستانه ظرفیت جذب، تاثیر سرریزها به طور چشمگیری افزایش یافته و بیشتری اثرگذاری را روی بهره‌وری کل عوامل تولید داشته است. این در حالی است که در کشورهای[1] در حال توسعه با سرانه پایین که از سطوح مناسب ظرفیت جذب برخوردار نیستند، اثر سرریزهای تحقیق و توسعه روی بهره‌وری کل عوامل تولید ناچیز و کم گزارش شده است.

واژگان کلیدی: : ظرفیت جذب، سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی، بهره‌وری کل عوامل تولید، کشورهای در حال توسعه

طبقه‌بندی:C23, C24, F43, O30, O47

---

[*] دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران nasim.hamzenejad@gmail.com
[**] نویسنده مسئول، استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران behsalmani@gmail.com
[***] دانشیار گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران Mahdi_Oskooee@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه، فعالیت‌های نوآورانه و ابتکاری از جمله عوامل اصلی پیشرفت فناوری و بهبود بهره‌وری هرکشوری محسوب می‌شوند. به همین دلیل، در کشورهای توسعه یافته و صنعتی فعالیت‌های تحقیق و توسعه جایگاه مهمی در فعالیت‌های علمی داشته و سهم قابل توجهی از درآمد و نیروی‌کار در این کشورها به فعالیت‌های تحقیقاتی پایه، کاربردی و توسعه‌ای اختصاص داده می‌شود. این در حالی است که بر اساس شواهد موجود، سهم هزینه های تحقیق و توسعه در کشورهای در حال توسعه همواره پایین بوده و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی نیز موجبات تحول لازم و پویایی فناوری را در این کشورها فراهم نکرده است. بنابراین، این کشورها می‌توانند با گسترش روابط تجاری خود و جذب و بومی کردن سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی از طریق تجارت، به فناوری‌های جدید دست پیدا کرده و بهره‌وری کل عوامل تولید خود را بهبود دهند.

همچنین، اتفاق‌نظرگسترده‌ای در رابطه با این موضوع وجود دارد که سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی به توانایی شناخت، همانند سازی و انتشار آن توسط کشور دریافت‌کننده بستگی دارد. این توانایی "ظرفیت جذب"[1] نامیده می‌شود و به طور قابل توجهی به سهم سرمایه انسانی هر کشور از نیروی‌کار ماهر بستگی دارد. سرمایه انسانی از طریق افزایش توان تولید افراد و ظرفیت اقتصادی برای جذب فناوری‌های جدید و گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، توانایی کشورها را برای حداکثر کردن محصول با استفاده از همان منابع قبلی تولید افزایش داده و نقش مهمی در بهبود سطح بهره‌وری کل عوامل تولید کشورها ایفا می‌کند.

از طرفی برخی گمانه زنی‌ها درباره این موضوع وجود دارد که آیا تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریزهای بین‌المللی در میان کشورها و در طول زمان واحد

[1] Absorptive capacity

است و یا به سطوح ظرفیت جذب کشور دریافت‌کننده بستگی دارد یا خیر، که برای بررسی این فرضیات جدید باید از روش‌های جدیدتر که فرم پیچیده‌تری از معادلات را دارند، استفاده کرد تا بتواند همه اثرات غیر خطی احتمالی را نیز منعکس نماید. یکی از این روش‌ها، روش رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)[1] است که اجازه می‌دهد فرضیه همگنی و پایداری زمانی پارامترها در یک مسیر ساده و انعطاف‌پذیرکنارگذاشته شود. در این روش به پارامتر مورد نظر (بعنوان مثال تغییرات 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. بر همین اساس، در این مطالعه به دنبال پاسخگویی به این سوال هستیم که اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب چگونه بر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و به تبع آن بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه اثرگذار است؟ همچنین، برای بررسی این موضوع از روش رگرسیون انتقال ملایم پانلی استفاده شده است و برای نشان دادن این اثرات آستانه‌ای احتمالی، از ضریب سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی در مدل استفاده شده است. در ادامه، در بخش دوم مبانی نظری و مروری مطالعات انجام شده، بخش سوم مدل و روش تحقیق، بخش چهارم برآورد مدل و تفسیر نتایج و در آخر نتیجه‌گیری و پیشنهادات آورده شده است.

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات تئوریکی و تجربی در زمینه سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی و بهره‌وری از دهه ۹۰ میلادی و همزمان با مطالعه بنیادی کو و هلپمن[2] (۱۹۹۵) ، آغاز شد. مطالعات گروسمن و هلپمن[3] (۱۹۹۱) ، ریورا، باتیز و رومر[4] (۱۹۹۱) ، آقیون و هویت[1]

[1] Panel smooth transition regression model.
[2] Coe & Helpman
[3] Grossman & Helpman
4 Rivera-Batiz & Romer

(۱۹۹۲) ، ایتون و کورتوم[۲] (۱۹۹۹) ، هویت[۳] (۲۰۰۰) ، کالر[۴] (۱۹۹۸) ، نیز 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. این در حالی است که مطالعات صورت‌گرفته از میان کانال‌های انتقال سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی، تجارت بین الملل را بعنوان مهم ترین ابزار معرفی کرده‌اند((کو و هلپمن[۵]، ۱۹۹۵)، (کو و همکاران[۶]، ۱۹۹۷) ، (کالر[۷]، ۱۹۹۸و ۲۰۰۲) و (گلس و همکاران[۸]، ۲۰۰۴). مطالعات کو و هلپمن (۱۹۹۵) و کالر (۱۹۹۸) نشان می‌دهند که سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین الملل با معرفی فناوری خارجی در تولید داخلی، موجب افزایش بهره‌وری و کارایی می‌شود. در واقع، تجارت بین‌الملل می‌تواند از طریق واردات کالاهای واسطه‌ای و تجهیزات سرمایه‌ای منجر به انتقال فناوری به کشورها شود و تولید و بهره-وری کل عوامل تولید را به طور غیرمستقیم تحت تاثیر قرار دهد و یا با فراهم ساختن امکان تقلید از محصولات وارداتی و بومی سازی آن‌ها، شناسایی روش‌های تولید بین-المللی و بازارهای خارجی و تحریک یادگیری روش‌های تولید بین‌المللی به طور مستقیم بر بهره‌وری کشور وارد کننده موثر واقع شود (مسترو مارکو و قوش[۹]، ۲۰۰۸).

مطالعه صورت‌گرفته توسط کوهن و لوینتال[۱] (۱۹۸۹) نیز گویای این مطلب است که سرریزهای بین‌المللی به توانایی کشور دریافت‌کننده برای همانندسازی، جذب و انتشار دانش خارجی بستگی دارد. این توانایی "ظرفیت جذب" نامیده می‌شود. علاوه-

---

1 Aghion & Howitt
2 Eaton & Kortum
3 Howitt
4 Kaller
5 Coe & Helpman
6 Coe et al
7 Kaller
8Guellec
9 MastroMarco & Ghosh

براین، همان‌طور که بوسیله کالر[۲] (۱۹۹۸) بحث شده است، ظرفیت جذب به طور قابل توجهی بستگی به سهم سرمایه‌انسانی هر کشور از مهارت‌های نیروی‌کار دارد و میزان دانش خارجی را که بوسیله کشور دریافت‌کننده بومی‌سازی می‌شود، تعیین می‌کند. بر همین اساس، می‌توان انتظار داشت که سرریزهای بین‌المللی بیشترین اثر را روی بهره-وری کل عوامل تولید یا رشد کشوری دارند که سرمایه انسانی ماهر بالاتری دارد.

در مطالعات تجربی صورت گرفته، کو و هلپمن (۱۹۹۵)، به بررسی 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 پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر تحقیق و توسعه خارجی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، مثبت است. این اثر برای کشورهایی که درجه آزادی تجاری بیشتری دارند، قابل توجه-تر گزارش شده است و سرریز تحقیق و توسعه خارجی برای کشورهای کوچکتر اهمیت بیشتری نسبت به تحقیق و توسعه داخلی آن‌ها دارد. انگلبریچ[۳] (۱۹۹۷)، در مطالعه‌ای دیگری 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. علاوه‌براین، مانسوسی[۴] (۲۰۰۷)، در یک کار تحقیقاتی 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

---

[1] Cohen & Levinthal
[2] Kaller
[3] Engelbrecht
[4] Mancusi

سرریزهای دانش داخلی و بین‌المللی بر بهبود نوآوری برای ۶ 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. فالوی و همکاران[1] (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 پنل دیتا پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان دهنده این است که ظرفیت جذب نقش مثبتی بر سرریز دانش دارد. همچنین سرریز-های دانش در کشورهایی که به مرز فناوری نزدیکتر هستند، اثرات کمتری دارد. بعد از این مطالعات، فراکاسو و مارزتی[2] (۲۰۱۲)، در مطالعه ای جدید به بررسی اثرات ظرفیت جذب و عقب ماندگی نسبی سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی در کشورهای OECD با استفاده از روش‌های غیر خطی پرداخته است. در این مطالعه از روش PSTR[3] استفاده شده است. نتایج 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. کانلی و همکاران[4] (۲۰۱۴)، اثرات آستانه‌ای انباشت فضایی بر بهره‌وری صنایع ر 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 دهده‌اند که رقابت محلی و تنوع سازی صنایع بعنوان متغیرهای انتقال اثرات مثبت قابل توجهی بر بهره‌وری صنایع این کشور داشته‌اند. پیرو مطالعات قبلی، فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای دیگری که برای ۲۴ کشور

[1] Falvey et al
[2] Fracasso & Marzetti
[3] Panel smooth transition regression model
[4] Giulio Cainelli et al

پیشرفته در طی دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۷۱ 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 برمیزان انتقال سرریزها و اثر آن بر بهره‌وری کل عوامل تولید می‌افزاید.

مطالعات داخلی صورت گرفته نیز عمدتا موضوع سرریزهای تحقیق و توسعه بین-المللی و اثراتش روی بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران و یا بخش‌های مختلف اقتصادی را مورد بررسی قرار داده‌اند که می‌توان به مطالعات بهبودی و ممی‌پور (۱۳۸۶)، شاه‌آبادی و رحمانی (۱۳۸۷)، باقرزاده (۱۳۹۱) شاه‌آبادی و امیری (۱۳۹۳) و مهرگان و صحت (۱۳۹۳) اشاره کرد. نتایج این مطالعات نشان داده‌اند که به طور معمول اثر انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید مثبت و معنادار بوده است. همچنین، طبری و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری ایران بر بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخته‌اند. این مطالعه برای دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۲ و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی انجام گرفته است. نتایج گویای این است که انباشت تحقیق و توسعه شرکای تجاری و سرمایه انسانی تاثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارند. سپهردوست و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی تاثیر انباشت تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کارایی فنی عوامل تولید پرداخته‌اند. این مطالعه از روش تحلیل مرزی تصادفی و برای دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۹۶ در میان ۲۳ کشور در حال توسعه انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی اثر مثبت و معناداری بر کارایی فنی عوامل تولید دارند. حیدری و همکاران(۱۳۹۵) در مطالعه جدیدی به بررسی تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و ظرفیت جذب بر بهره‌وری عوامل تولید پرداخته‌اند. این مطالعه برای دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۶ و با استفاده از مدل رگرسیونی انتقال ملایم تابلویی انجام شده است.

نتایج مطالعه گویای این است که متغیرهای هزینه تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و حکمرانی خوب تاثیر مثبت و معنی دار و متغیرهای مخارج مصرفی دولت و صادرات فناوری تاثیر منفی بر بهره‌وری کل دارند.

مرور مطالعات داخلی نشان می‌دهد که 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. 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 نمی-تواند اجازه بدهد که تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریز تحقیق و توسعه خارجی 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 تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید کشور را با تمرکز بر اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب در حوزه نظری و به کارگیری الگوی غیر خطی پانلی در حوزه تجزیه و تحلیل آماری مورد بررسی قرار داده است.

۳. روش شناسی تحقیق

معرفی مدل و متغیرها

همان‌طور که گفته شد، هدف این مطالعه بررسی تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید با در نظر با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای و غیرخطی ظرفیت جذب در کشورهای در حال توسعه است. دوره زمانی در این مطالعه سال‌های ۱۹۹۵- ۲۰۱۵ در نظرگرفته شده است. برای بررسی دقیق‌تر

موضوع و دستیابی به نتایج قابل اتکاتر در این مطالعه کشورهای در حال توسعه بر اساس گزارش WESP[۱] مربوط به سازمان کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)[۲] در سال (۲۰۱۴) در سه گروه کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا، کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه متوسط و کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه پایین طبقه‌بندی شده‌اند و محاسبات برای هر گروه جداگانه انجام گرفته است[۳]. با توجه به مبانی نظری مربوط به بهره‌وری کل عوامل تولید و مطالعات تجربی صورت گرفته و به پیروی از فراکاسو مازرتی (۲۰۱۲)، مدل اقتصادی این مطالعه بصورت رابطه (۱) در نظر گرفته شده است که رابطه خطی آن به صورت زیر است:

$$\ln F_{it} = \alpha_i + \beta^d \ln S_{it}^d + \beta^h \ln H_{it} + \beta_{it}^f \ln S_{it}^f \qquad (۱$$

در رابطه (۱)، F_{it} بهره‌وری کل عوامل تولید کشور i در زمان t است. در این تحقیق برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل از روش مانده سولو استفاده شده است که بصورت زیر تعریف می شود:

$$\ln F_{it} = \ln GDP_{it} - \alpha \ln L_{it} - (1-\alpha) \ln K_{it} \qquad (۲$$

همچنین، برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید، به تخمین ضرایب تولید نیاز است. با توجه اذعان رومر و مطالعات تجربی[۴] صورت گرفته $\alpha = \frac{2}{3}$ و $(1-\alpha) = \frac{1}{3}$ در نظر گرفته شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵). آمارهای تولید ناخالص داخلی (ارزش افزوده)، موجودی سرمایه فیزیکی و نیروی کار که برای محاسبه بهره‌وری کل

[1] World Economic Situation and Prospects, 2014.
[2] United Nations Conference on Trade and Development.
[۳] نام کشورهای هر گروه در پیوست آورده شده است.
[4] Aiyar Shekhar & Feyrer

عوامل تولید لازم می‌باشد، از بانک جهانی[1] (۲۰۱۷)، استخراج گردیده است. از آنجایی که انباشت سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد بررسی موجود نیست، لذا برای محاسبه آن از رابطه تعدیل موجودی و شاخص گریلیچز[2] (۱۹۸۸) استفاده می‌شود. S_{it}^{d} نشانگر انباشت تحقیق و توسعه داخلی 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[3] (۱۹۸۸) از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$S_0 = \frac{R_0}{(g+\delta)} \qquad (۳$$

در رابطه (۴)، 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:

$$g = \log \frac{R_t / R_0}{n} \qquad (۴$$

در رابطه (۵)، 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.

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

$$S_t = (1-\delta)S_{t-1} + R_t \qquad (۵$$

---

[1] Worldbank
[2] Griliches
[3] Griliches

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 ۶ درصد در نظر گرفته شده است. آمارهای مربوط به هزینه-های تحقیق و توسعه کشورها از بانک جهانی[1] (۲۰۱۷) استخراج شده است. H_i 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 بانک جهانی و داده‌های جدول (PWT,2016)[2] استخراج شده است. S_{it}^{f} انباشت تحقیق و توسعه بین‌المللی را نشان می‌دهد که بعنوان معیاری برای سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی در نظر گرفته شده است. در این مطالعه از شاخص رایج کو و هلپمن (۱۹۹۵و۲۰۰۹) که در مطالعات تجربی (کوارک و شین (۲۰۰۶)، فالوی و همکاران (۲۰۰۷) و جیمز و مادسن (۲۰۱۲))[3] کاربرد بیشتری دارد، برای اندازه‌گیری سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی استفاده شده است که بصورت زیر است:

$$S_{it}^{f} = \sum_{i \neq j} \frac{M_{ijt}}{\sum_{i \neq j} M_{ijt}} S_{jt}^{d} \qquad (۶$$

در رابطه فوق، i و j نشان دهنده کشور و t نشان‌دهنده زمان است. S_{it}^{f} سهم تحقیق و توسعه خارجی، M_{ijt} : نشان دهنده واردات کشور i از کشور j در زمان t است که در این مطالعه i کشورهای در حال توسعه و j برای کشورهای صنعتی گروه هفت در نظر گرفته شده است. S_{jt}^{d} : سهم انباشت تحقیق و توسعه هر کشور پیشرفته و صنعتی گروه هشت می‌باشد. لازم به ذکر است که آمارهای تحقیق و توسعه برای محاسبه

[1] Worldbank
[2] Panel world Table
[3] Kwark and Shin, Falvey et al, James and Madsen

انباشت تحقیق و توسعه بین المللی از آمارهای بانک جهانی و آمارهای مربوط به واردات کشورها از سازمان کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)[۱] استخراج شده است.

روش رگرسیون انتقال ملایم پانلی

در مدل‌های رگرسیونی مبتنی بر داده‌های پانلی، 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 بدهدکه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به سرریز تحقیق و توسعه خارجی همه اثرات غیر خطی احتمالی را منعکس کند. بر همین اساس، در این مطالعه به منظور بررسی و آزمون رابطه میان متغیرها، در الگوی در نظر گرفته شده از تکنیک اقتصاد سنجی رگرسیون انتقال ملایم پانلی استفاده شده است که به ضرایب رگرسیونی اجازه می‌دهند تا در طول زمان و برای واحدهای مقطعی تغییر یابند. برای این منظور به پیروی از مطالعه گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)[۲] و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶)[۱] ابتدا یک مدل PSTR دو رژیمی با یک تابع انتقال به صورت زیر تصریح می-شود:

$$LnTFP_{it} = \alpha_i + \beta_0^d LnS_{it}^d + \beta_0^h LnH_{it} + \beta_0^f LnS_{it}^f + \left[\beta_1^d LnS_{it}^d + \beta_1^h LnH_{it} + \beta_1^f LnS_{it}^f\right] G(q_{it};\gamma ,c) + \varepsilon_{it} \quad (۷$$

در رابطه (۱۰) i=1,…,N و t=1,…,T، به ترتیب نشان دهنده مقاطع و ابعاد زمانی داده‌های پانلی می‌باشند. TFP متغیر وابسته و نشانگر بهره‌وری کل عوامل تولید، S^dو H و S^f متغیرهای مستقل و به ترتیب نشان‌دهنده، سرریز تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی هستند. α_i اثرات

[1] United Nations Conference on Trade and Development.
[2] Gozalez et al,(2005).

ثابت مقاطع و ε جمله خطای مدل 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 (۲۰۰۶) 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 (کولیتاز و هارولین،۲۰۰۶).

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 رژِیمی می-شود. که دو رژیم متناسب با مقادیر بیرونی آن مشابه هم و متفاوت از مقادیر میانی آن

[1] Colletaz and Hurlin, (2006).

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.

بر اساس مطالعات انجام شده[۱] مراحل تخمین بدین صورت است که ابتدا آزمون خطی بودن در مقابل غیرخطی بودن انجام می‌شود. رد فرضیه صفر دلالت بر وجود رابطه غیرخطی و عدم رد آن وجود رابطه خطی بین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. در صورت رد فرضیه صفر خطی بودن رابطه میان متغیرها، باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. به منظور آزمون این فرضیه و به تبعیت از کولیتاز و هارولین از آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_w)[۲]، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F)[۳] یا نسبت درستنمایی (LR)[۴] استفاده می‌شود (کولیتاز و کارولین[۵] ،۲۰۰۶)).

در صورتیکه 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 و آزمون نبود رابطه غیرخطی باقی‌مانده بوسیله‌ی آزمون فرضیه $H_0 : \beta_{21}^n = ... = \beta_{2m}^n = 0$ 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

[1] Fok et al , 2005, Gozalez et al , 2005, Colletaz and Hurlin , 2006, Jude, 2010.
[2] Wald Lagrange Multiplayer.
[3] Fischer Lagrange Multiplayer.
[4] Likelihood Ratio
[5] Colletaz and Hurlin

وجود حداقل سه تابع انتقال ازمون شود. این فرایند تا زمانی که فرضیه صفر پذیرفته شود، ادامه می‌یابد.

با توجه به مبانی نظری و تجربی موجود در زمینه موضوع مورد مطالعه، در این تحقیق متغیر ظرفیت جذب به عنوان متغیر انتقال انتخاب شده اند. در توضیح این مساله 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 ندارند. 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 و از این رو می‌تواند بر اثرگذاری سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید نیز موثر واقع شود. لذا در تبیین رفتار غیرخطی محتمل میان متغیرهای موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید، ظرفیت جذب کشورهای در حال توسعه نقش به سزایی دارد. در این تحقیق به پیروی از مطالعه فراکاسو ومازرتی (۲۰۱۲) وقفه سرمایه انسانی بعنوان معیاری برای ظرفیت جذب و متغیر انتقال در نظر گرفته می‌شود.

لازم به ذکر است که تمامی متغیرها در این تحقیق به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین برای برآورد الگو و تجزیه و تحلیل‌های آماری نیز از نرم‌افزارهای MATLAB (2010) و Eview (8) استفاده شده است.

۴. یافته‌های پژوهش

پیش از پرداختن به برآورد مدل PSTR، ویژگی ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد ایم، پسران و شین[1] (۲۰۰۳) ، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که همه متغیرهای مورد استفاده ایستا شده‌اند.

[1] Im, Pesaran and Shin

جدول۱. نتایج آزمون ریشه واحد (IPS) برای متغیرهای مدل

متغیرها	درآمد سرانه پایین		درآمد سرانه متوسط		درآمد سرانه بالا	
	حدبحرانی	آماره	حدبحرانی	آماره	حدبحرانی	آماره
$LnTFP$	۰/۰۰۰	-۶/۱۳	۰/۲۸	-۰/۵۶	۰/۰۰۰	-۶/۶۱
LnS_d	۰/۶۳	۰/۳۵	۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۰۰۰	-۶/۴۴
LnH_i	۰/۰۰۱	-۲/۹۸	۰/۰۴	-۱/۶۷	۰/۴۵	-۰/۱۰
LnS_f	۰/۱۸	-۰/۸۹	۰/۰۰۰	-۶/۳۸	۰/۷۳	۰/۶۲
$LnH_{i(t-1)}$	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۲۲	۰/۶۶	۰/۴۳

منبع: یافته‌های تحقیق

مراحل تخمین به این صورت است که ابتدا فرضیه صفر وجود الگوی PSTR با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با حداقل دو تابع انتقال، مورد آزمون قرار می‌گیرد، در صورت تایید وجود یک تابع انتقال در ادامه مجددا فرضیه وجود دو تابع انتقال در برابر سه تابع انتقال و نهایتا سه تابع انتقال در برابر چهار تابع انتقال مورد آزمون قرار می‌گیرد. این روند تا جایی برای هر گروه کشور آزمون می‌شود که در آن حالت فرضیه صفر آزمون پذیرفته شود و تعداد توابع انتقال مشخص گردد. نتایج این مراحل در جدول (۲) برای هر گروه از کشورهای در حال توسعه ارائه شده است. نتایج گزارش شده 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 می-دهد که رابطه میان متغیرها در هر کدام از گروه کشورهای در حال توسعه از یک الگوی غیرخطی پیروی می‌کنند. همچنین بر اساس نتایج گزارش شده جدول درکشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا سه تابع انتقال، در کشورهای در حال توسعه با درآمد

سرانه متوسط دو تابع انتقال و در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه پایین یک تابع انتقال برای تعیین رابطه غیرخطی میان سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی و بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته می‌شود.

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

	M=1			M=2		
	LM_W	LM_f	LR	LM_W	LM_F	LR
کشورهای درآمد سرانه بالا						
$H_0: r=0, vs, H_1: r=1$	۶۸/۶۹ (۰/۰۰۰)	۸/۷۳ (۰/۰۰۰)	۶۳/۱۰ (۰/۰۰۰)	۳۴/۲۳ (۰/۰۰۰)	۸/۴۲ (۰/۰۰۰)	**۳۲/۸۰ (۰/۰۰۰)**
$H_0: r=1, vs, H_1: r=2$	۳۱/۴۳ (۰/۰۰۰)	۳/۷۲ (۰/۰۰۰)	۳۰/۲۲ (۰/۰۰۰)	۱۹/۷۴ (۰/۰۰۱)	۴/۶۶ (۰/۰۰۱)	**۱۹/۲۶ (۰/۰۰۱)**
$H_0: r=2, vs, H_1: r=3$	۳۴/۸۹ (۰/۰۰۲)	۴/۱۱ (۰/۰۰۳)	۳۳/۴۱ (۰/۰۰۲)	۳۲/۷۱ (۰/۰۰۰)	۷/۷۷ (۰/۰۰۰)	**۳۱/۴۱ (۰/۰۰۰)**
$H_0: r=3, vs, H_1: r=4$	۱/۰۷ (۰/۹۹۸)	۰/۱۲ (۰/۹۹۸)	۱/۰۷ (۰/۹۹۸)	۵/۷۳ (۰/۲۲۰)	۱/۳۰ (۰/۲۶۹)	**۵/۶۹ (۰/۲۲۳)**
کشورهای درآمد سرانه متوسط						
$H_0: r=0, vs, H_1: r=1$	۱۶۲/۱۸ (۰/۰۰۰)	۲۵/۵۵ (۰/۰۰۰)	۱۲۲/۲۸ (۰/۰۰۰)	۱۳/۸۳ (۰/۰۰۰)	۲۲/۷۸	**۷۱/۶۶ (۰/۰۰۰)**
$H_0: r=1, vs, H_1: r=2$	۳۵/۵۵ (۰/۰۰۰)	۶/۸۵ (۰/۰۰۰)	۵۰/۱۰ (۰/۰۰۰)	۳۹/۰۴ (۰/۰۰۰)	۹/۵۳ (۰/۰۰۰)	**۳۶/۳۸ (۰/۰۰۰)**
$H_0: r=2, vs, H_1: r=3$	-۴/۵۳ (۱/۰۰۰)	-۰/۴۹ (۱/۰۰۰)	-۴/۵۷ (۱/۰۰۰)	۳/۷۸ (۰/۴۳۶)	۰/۸۵ (۰/۴۹۴)	**۳/۷۶ (۰/۴۳۹)**
کشورهای درآمد سرانه پایین						
$H_0: r=0, vs, H_1: r=1$	۱۶۲/۹۹	۲۸/۱۵	۱۱۳/۳۶	۷۹/۵۲	۲۲/۵۵	**۶۶/۲۰**

	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
$H_0 : r = 1, vs, H_1 : r = 2$	۵۶/۸۸	۷/۱۵	۴۹/۸۳	۴/۸۵	۱/۰۹	**۴/۷۹**
	(۱/۰۰۰)	(۱/۰۰۰)	(۱/۰۰۰)	(۰/۳۰۳)	(۰/۳۵۸)	**۰/۳۰۹**)
						(

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از تایید وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها و لحاظ توابع انتقال جهت تصریح رفتار غیرخطی، اکنون باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب گردد. برای این منظور مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالات برآورد شده و از میان آنها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقیمانده‌ها، شوارتز[1] و آکائیک[2] مدل بهینه انتخاب می‌گردد. نتایج جدول (۳) که در خصوص کشورهای در حال توسعه آورده شده است، حاکی از آن است که بر اساس معیارهای شوارتز و آکائیک برای هر سه گروه از کشورهای در حال توسعه، مدل PSTR با یک حد آستانه‌ای، مدل بهینه‌ای برای کشورهای مذکور می‌باشد.

جدول۳. تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال

M=2			**M=1**		
مجذورباقیمانده	**شوارتز**	**آکائیک**	**مجذورباقیمانده**	**شوارتز**	**آکائیک**
درآمد سرانه بالا					
۲/۳۲	-۴/۷۰	-۴/۹۵	۲/۳۱	-۴/۷۴	-۴/۹۶
درآمد سرانه متوسط					
۲/۴۴	-۴/۲۷	-۴/۵۰	۲/۴۱	-۴/۲۹	-۴/۵۱
درآمد سرانه متوسط					
۳/۱۴	-۳/۸۶	-۴/۰۳	۳/۱۴	-۳/۸۹	-۴/۰۵

[1] .Schwarz Criterion
[2] .AIC Criterion

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه، نتایج حاصل از تخمین مدل PSTR برای سه گروه از کشورهای در حال توسعه گزارش شده است. جدول (۵)، مدل PSTR یک رژیمی با سه تابع انتقال برای کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا، جدول (۶) مدل PSTR یک رژیمی با دو تابع انتقال برای کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه متوسط و جدول (۷) یک مدل PSTR یک رژیمی با یک تابع انتقال را برای کشورهای با درآمد سرانه پایین نشان می-دهند. حد آستانه‌ای ظرفیت جذب 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. 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 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 موجود برای کشورهای درحال توسعه مورد بررسی قرار می‌گیرند (شهبازی و سعیدپور، ۱۳۹۲: ۱۲). 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 پایین یا حد آستانه بالا باشد، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی صفر دارد و بصورت معادلات (۱)، (۳) و (۵) گزارش شده است و رژیم حدی دوم متناسب با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند، اما مقدار متغیر انتقال (ظرفیت جذب) بین حد آستانه‌ای بالا و پایین باشد، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی یک، دو یا سه دارد و ضرایب متغیرها بر اساس جمع جبری اعداد به دست آمده برای هر تابع انتقال مطابق معادلات (۲)، (۴) و (۶) بدست آمده است.

جدول۴. نتایج برآورد الگو (کشورهای درآمد سرانه بالا)

	r=0	r=1	r=2	r=3
LnS_d	۰/۰۰۳ (۰/۲۹-)	۰/۰۰۱ (۰/۹۵)	۰/۰۰۸ (۳/۶۸)	۰/۰۰۳ (۰/۲۹)
LnH_i	۰/۴۲ (۰/۵۷)	۰/۰۰۱ (۲۶/۲۶)	۰/۰۰۲ (۲۵/۰۳)	۰/۴۱- (۲/۶۷-)
LnS_f	۰/۵۶ (۵۱/۰۸)	۰/۰۰۲- (۰/۷۷-)	۰/۰۰۳ (۶/۸۱)	۰/۰۶- (۴۱/۸۱-)
		$\gamma = 21/40$ C= ۲/۲۹	$\gamma = 20/42$ C= ۳/۱۸	$\gamma = 0/62$ C= ۳/۵۶

رژیم حدی اول: $G(q_{it},\gamma,c)=0$

$$\ln F = c - 0.003\ln S_d + 0.42\ln H_i + 0.56\ln S_f \quad (۱)$$

رژیم حدی دوم: $G(q_{it},\gamma,c)=1,2,3$

$$\ln F = C + 0.009\ln S_d + 0.013\ln H_i + 0.5\ln S_f \quad (۲)$$

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۵. نتایج برآورد الگو (کشورهای درآمد سرانه متوسط)

	r=0	r=1	r=2
LnS_d	۰/۱۹- (۱/۸۶-)	۰/۴۱- (۱/۳۰-)	۱/۲۹ (۲/۹۶)
LnH_i	۱/۲۴- (۶/۶۰-)	۴/۸۴ (۶/۴۵)	۱/۲۹- (۸/۹۳-)
LnS_f	۱/۳۰- (۳/۷۸-)	۲/۹۱ (۴/۳۳)	۱/۳۶ (۳/۹۱)
		$\gamma = 96/08$ C=۳/۱۴	$\gamma = 9.53$ C=۱/۷۸

رژیم حدی اول: $G(q_{it},\gamma,c)=0$

$$\ln F = c - 0.19\ln S_d - 1.24\ln H_i - 1.30\ln S_f \quad (۳)$$

رژیم حدی دوم: $G(q_{it},\gamma,c)=1,2$

$$\ln F = C + 0.69\ln S_d + 2.31\ln H_i + 2.97\ln S_f \quad (۴)$$

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۶. نتایج برآورد الگو (کشورهای درآمد سرانه متوسط)

	r=0	r=1
LnS_d	-۰/۰۳ (-۲/۰۸)	-۰/۴۰ (-۷/۸۶)
LnH_i	-۰/۱۲ (-۰/۴۲)	-۰/۳۵ (-۸/۸۱)
LnS_f	۰/۰۷ (۱/۷۶)	۱/۵۶ (۵/۹۷)
		C=۳/۰۸ $\gamma = 160/88$

رژیم حدی اول: $G(q_{it}, \gamma, c) = 0$

$$\ln F = c - 0.03 \ln S_d - 0.12 \ln H_i + 0.07 \ln S_f \quad (۵)$$

رژیم حدی دوم: $G(q_{it}, \gamma, c) = 1$

$$\ln F = C - 0.43 \ln S_d - 0.471 \ln H_i + 1.63 \ln S_f \quad (۶)$$

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا، حدآستانه‌ای ظرفیت جذب بین ۲/۱۹ تا ۳/۵۶ تغییر کرده است، یعنی زمانی‌که میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی کمتر از ۱۸ سال یا بیشتر از ۳۵ سال باشد[۱]، در این کشورها رفتار متغیرها بر اساس رژیم خطی اول و بصورت معادله (۱) تصریح می‌گردد. همچنین برای کشورهایی که میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی آن‌ها بین ۱۸ سال تا ۳۵ سال است، رژیم غیرخطی دوم تعیین کننده رفتار متغیرها است. در واقع، با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب، در هر دو رژیم خطی و غیرخطی تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهروری کل عوامل تولید مثبت و تقریبا یکسان

[۱] برای تفسیر بهتر نتایج، از اعداد آنتی لگاریتم گرفته شده است.

به دست آمده است. مقداری عددی این ضریب در رژیم خطی و غیر خطی به ترتیب ۰/۵۶ و ۰/۵۰ گزارش شده است.

مطابق جدول (۵)، در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه متوسط، حد آستانه-ای ظرفیت جذب بین ۳/۱۴ و ۱/۷۸ متغیر بوده است. با توجه به مقادیر حد آستانه به دست آمده، چنانچه میانگین سال‌های تحصیل نیروی انسانی در کشورهای در حال توسعه با درآمد متوسط کمتر از ۶ سال یا بیشتر از ۲۳ سال باشد، رفتار متغیرها بر اساس رژیم خطی تعیین می‌شود و در شرایطی که بین این دو حد آستانه قرار گیرد، رفتار متغیرها بر اساس رژیم غیرخطی مشخص می‌شود. در این گروه از کشورها، با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب، تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید به طور چشمگیری افزایش یافته است. مقدار عددی ضرایب به ترتیب ۱/۳۰- و ۲/۹۷ به دست آمده است. جدول (۶) نیز نشان دهنده این است که در کشورهای با در حال توسعه با درآمد سرانه پایین حد آستانه‌ای ظرفیت جذب ۳/۰۸ است. یعنی زمانی که میانگین سال‌های آموزش نیروی انسانی کمتراز ۲۱ سال باشد، رفتار متغیرها بر اساس رژیم خطی تعین می‌شود و برای مقادیر بالاتر از آن، رژیم غیرخطی تعیین کننده رفتار متغیرها است. ضریب سرریزهای تحقیق و توسعه در دو رژیم خطی و غیرخطی به ترتیب ۰/۰۷ و ۱/۶۳ به دست آمده است. در واقع در این کشورها با گذر از حد آستانه‌ای ظرفیت جذب اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری افزایش یافته است. این نتایج در راستای نتایج مطالعات قبلی بوده و با نتایج مطالعات کرسپو – گروسما (۲۰۰۴)، فالوی و همکاران (۲۰۰۷) و فراکاسو و مازرتی (۲۰۱۲) سازگاری دارد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

همان طور که گفته شد، در این مطالعه تاثیر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای در حال توسعه با در نظر گرفتن اثرات آستانه‌ای

ظرفیت جذب مورد بررسی قرار گرفته شده است. دروه زمانی این مطالعه ۱۹۹۵- ۲۰۱۵ در نظر گرفته شده است و محاسبات با استفاده از روش رگرسیون انتقال ملایم پانلی صورت گرفته است. همچنین، کشورهای در حال توسعه بر اساس درآمد سرانه در سه گروه با درآمد سرانه بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب، اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید برای کشورهای در حال توسعه را افزایش داده و این اثر برای هر سه گروه مثبت و معنی‌دار است. به عبارت بهتر، با درنظر گرفتن اثرات آستانه‌ای ظرفیت جذب، کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا و متوسط (به جز ایران و قزاقستان در برخی دوره‌ها) از رفتار غیر خطی پیروی می-کنند. در کشورهای با درآمد سرانه پایین که از سطوح مناسبی از ظرفیت جذب برخوردار نیستند، رفتار متغیرها بر اساس رژیم خطی توضیح می‌شود.

مطابق نتایج به دست آمده، در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه بالا که از سطوح نسبتا بالای سرمایه انسانی و توان جذب داخلی برخوردار هستند با گذر از حد آستانه‌ای ظرفیت جذب، اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بین‌المللی بر بهره‌وری تغییر چندانی نداشته است و مقدار عددی آن معادل ۰/۵۰ گزارش شده است. در کشورهای با درآمد سرانه متوسط، با گذر از سطوح پایین ظرفیت جذب و اثر سرریزهای بین‌المللی بر بهره‌وری کل عوامل تولید به طور چشمگیری تغییر کرده و در جهت مثبت افزایش یافته است. مقداری عددی این تغییرات معادل ۲/۹۷ به دست آمده است. اما با توجه به اینکه سطح سرمایه انسانی و ظرفیت جذب در کشورهای با درآمد سرانه پایین پایین-تر از حد آستانه‌ای مناسب و کافی قرار دارد، اغلب کشورهای این گروه مطابق رژیم خطی رفتار نموده و اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بر بهره‌وری ناچیز و معادل ۰/۰۷ گزارش شده است.

بر همین اساس، توجه به مساله ظرفیت جذب جهت تقویت اثر سرریزهای بین‌ا-لمللی بعنوان عامل مهم موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارای اهمیت بالایی است.

کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه متوسط و بالا که از سطوح ظرفیت جذب مناسبی برخوردار هستند بایستی ضمن برنامه ریزی مناسب جهت حفظ و تقویت توان داخلی خود، با تسهیل کردن روابط تجاری با کشورهای دارای فناوری بالا و انتخاب شرکای تجاری مناسب، با کاهش تعرفه واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای زمینه ورود فناوری به کشور را فراهم سازند. اما در کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه پایین که از سطوح سرمایه انسانی و ظرفیت جذب پایینی برخوردار هستند، بایستی ابتدا با سیاست‌گذاری صحیح و تخصیص بودجه‌های مناسب برای آموزش کارآمد نیروی انسانی متخصص به حد مناسبی از ظرفیت جذب داخلی دست پیدا کنند. سپس با اجرای سیاست‌های مناسب تجاری و تسهیل روابط تجاری و ورود سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی به کشور خود تلاش نمایند با جذب و بومی‌سازی فناوری‌های جدید، ازسرریزهای بین‌المللی بیشترین استفاده را در دستیابی به یک رشد اقتصادی پایدار داشته باشند.

فهرست منابع

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

Bagherzadeh, A. (2012). Relationship between R&D, Human Capital and Total Productivity of Factors in Industry Section of Iran, *Sanandaj Industrial Management Quarterly*, 7(12), 25-45. [In Persian]

Baltagi, B. (2005). Econometric analysis of panel data. John Wiley & Sons Ltd.

Cainelli, C., Fracasso, A. & Marzetti, G.V. (2014). Spatial agglomeration and productivity in Italy: a panel smooth transition regression approach. *Regional Science Assotiation International*, 51 (1), 39-67.

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

Coe, D. T., Helpman, E. & Hoffmaister, A. W. (1995). North-south R&D spillovers. *The Economic Journal*, 107 (440), 134–149.

Coe, D. T., Helpman, E. & Hoffmaister, A. W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*, 53 (7), 723–741.

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.

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. & Mazertti, G.V. (2012). International R&D spillovers, absorptive capacity and relative backwardness: a panel smooth transition regression model, Department of Economics, University of TRENTO-Italy, *International Economic Journal. Economics*, 45 (1), 179-191.

Gonz´alez, A., Ter¨asvirta, T. & van Dijk, D. (2005). Panel smooth transition regression models. Research Paper 165, *Quantitative Finance Research Centre*.

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

Heydari, H., Farrokh Nahad, P. & Mohammadzadeh, Y. (1395). The Role of R&D and Absorption Capacity in Productivity Factors in

Developing Countries. *Journal of Research and Planning in Higher Education*, No (3) , 37-62. [In Persian]

Howitt, P., (2000). Endogenous growth and cross-country income di_erences. *American Economic Review*, 90 (4), 829-846.

Keller, W. (2002). Trade and the transmission of technology. *Journal of Economic Growth*, 7 (1), 5-24.

Keller, W. (1998). Are international R&D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners. *European Economic Review*, 42 (8), 1469-1481.

Keller, W. (2004). International technology di_usion. *Journal of Economic Literature*, 42 (3), 752-782.

Rivera-Batiz, L. A. & Romer, P. M. (1991). Economic integration and endogenous growth. *The Quarterly Journal of Economics* 106 (2), 531-555.

Sepahardost, H. Shahabadi, A. & Shojaee, A. (1394). The Impact of External Research and Development Overflow and Human Capital on the Technical Efficiency of Production Factors, *Business Research Quarterly*, No. 68, 174-149. [In Persian]

Shah Abadi, A. & Amiri, M. (1393). The Influence of Internal and External R&D on Aggregate Productivity in Agricultural Sector, *Iranian Journal of Applied Economic Studies*, No (47). [In Persian]

Shah Abadi, A. & Rahmani, O. (1387). The Role of Domestic and Foreign R&D on Total Productivity Growth in Industrial Sector, *Journal of Modern Business and Economics*, No. 14, 18-38. [In Persian]

Shahbazi, K. & Saeedpour, L. (1392). The Impact of Financial Development on Economic Growth in the Eight Countries", *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, Volume 12, Issue 21-38. [In Persian]

WorldBank. (2017). *Worldbank Development Indicators*. Reported by Www.Worldbank.org.