

اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورها با استفاده از روش‌های PMG و MG (مطالعه موردی ایران و شرکای تجاری منتخب)

الهه بهلولوند*

اسعد شمشادی**

DOI: 10.22096/esp.2022.135362.1401

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۴

[تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۳]

چکیده

امروزه سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه از جمله موضوعات مهم در برنامه‌ریزی کلان اقتصادی کشورها، به شمار می‌آید. با توجه به اینکه هزینه‌های این نوع سرمایه‌گذاری قابل توجه است، ارزیابی اثرات مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی و میزان بازگشت واقعی آن، برای سیاست‌گذاران اهمیتی ویژه دارد. بنابراین مطالعه حاضر با استفاده از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) به تحلیل و بررسی اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ایران و شرکای منتخب تجاری آن، طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۲۱) می‌پردازد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که در بلندمدت رشد مخارج تحقیق و توسعه با ضریب ۰/۴۶ اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشورها دارد. همچنین از متغیرهای رشد موجودی سرمایه فیزیکی و نیروی کار شاغل در مدل استفاده شده است و نتایج بیانگر وجود رابطه علی بلندمدت از سوی متغیرهای مذکور بر رشد اقتصادی است. نتایج کوتاه‌مدت حاصل از روش PMG برای کشور ایران بیانگر آن است که متغیرهای رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، موجودی سرمایه فیزیکی و نیروی کار شاغل دارای اثرات مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی ایران در دوره بررسی هستند؛ از این رو اتخاذ سیاست توسعه اعتبارات به بخش تحقیق و توسعه در کل زیرمجموعه‌های اقتصادی کشور، هم‌زمان با افزایش کیفیت و کمیت عوامل تولید برای دستیابی به رشد اقتصادی مستمر و پایدار ضروری است.

واژگان کلیدی: تحقیق و توسعه؛ هزینه‌های تحقیق و توسعه؛ رشد اقتصادی؛ پانل دیتا؛ میانگین‌گیری گروهی (PMG).

طبقه‌بندی موضوعی: O11, O32, C23.

Email: ebohlloodvand@yahoo.com

* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران.

Email: Shemshadi@arakut.ac.ir

** استادیار دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایران.

مقدمه

امروزه رشد اقتصادی مستمر و پایدار از اهداف کلان اقتصادی کشورها است و تحقیق و توسعه یکی از اصلی‌ترین عناصر هر نظام توسعه یافته می‌باشد. تحقیق و توسعه^۱ عبارت است از فعالیتی خلاقانه که به صورت نظام‌مند و مستمر جهت افزایش دانش بشری در زمینه‌های مختلف صورت می‌پذیرد و از این دانش برای اختراع یا طرح ایده‌های جدید استفاده می‌گردد.^۲ در متون اقتصادی تا قبل از سال‌های ۱۹۶۰ انباشت سرمایه‌های فیزیکی به عنوان عامل اصلی رشد اقتصادی و یکی از عوامل افزایش بهره‌وری و کارایی بنگاه‌های تولیدی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب می‌شد؛ ولی اندیشمندانی چون شولتز^۳ و دنیسون^۴ نشان دادند که تنها سرمایه فیزیکی نمی‌تواند تفاوت در بهره‌وری و رشد اقتصادی را میان کشورها تبیین کند، بلکه عامل دیگری با عنوان تغییرات توضیح داده نشده باقیمانده وجود خواهد داشت که اثرات آن به مراتب بیشتر از سرمایه فیزیکی است.^۵ بنابراین از دهه ۱۹۶۰ به بعد، در مورد عوامل مؤثر بر رشد و توسعه اقتصادی کشورها تغییر و تحولات اساسی انجام پذیرفت؛ به نحوی که رشد سرمایه انسانی و هزینه‌های تحقیق و توسعه در مدل‌های رشد درونزا مورد توجه و تأکید قرار گرفت.

بدین ترتیب مطالعات مربوط به مدل‌های رشد درونزا، رشد بلندمدت اقتصادی را با تمرکز بر تحقیق و توسعه و پیشرفت فناورانه توضیح می‌دهند و مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه، در سطح ثابت سرمایه و کار، پیشرفت فناوری را یکی از دلایل افزایش تولید مطرح می‌کنند. بر این اساس رشد بهره‌وری به جای اینکه ثابت فرض شود، در داخل مدل تعیین می‌شود که یکی از عوامل تعیین کننده آن سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه می‌باشد. تحقیق و توسعه از دو راه می‌تواند سبب رشد اقتصادی شود: اول اینکه، نوآوری و معرفی محصولات جدید نقش بیشتر و بهتری در تولید، نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود دارد. به عبارت دیگر نوآوری تکنولوژیکی که با تلفیق سرمایه انسانی و دانش موجود از بخش تحقیق و توسعه حاصل می‌شود، در تولید نهایی کالاها و خدمات استفاده شده و منجر به افزایش دائمی نرخ رشد تولید می‌گردد. دوم اینکه

1. Research and Development: R&D

2. Freeman, C, *The Economics of Industrial Innovation* (England: Harmondsworth Penguin Books, 1974, 18.

3. Schultz, T. W. "Investment in human capital." *The American Economic Review* 51, No.1 (1961): 1-17.

4. Denison.

۵. نظری، محسن واصغر مبارک، «اثر سرمایه گذاری تحقیق و توسعه (R&D) بر بهره‌وری در صنایع ایران، پژوهشنامه اقتصاد کلان ۷، شماره ۱۴ (اسفند ۱۳۹۱): ۱۵۳.

فعالیت‌های تحقیق و توسعه باعث ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش شده که به سهم خود باعث کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌شود.^۶

بر این اساس شکاف اقتصادی موجود میان کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه را می‌توان به سهم تحقیق و توسعه در فعالیت‌های مختلف اقتصادی آن‌ها مرتبط دانست؛ به نحوی که هر چقدر اقتصادی از سطح توسعه یافتگی بالاتری برخوردار باشد، به تدریج شدت و میزان به کارگیری منابع فیزیکی و انسانی کاهش یافته و سطح کیفی این منابع همراه با تغییرات فنی و کارایی عوامل تولید، ارتقا می‌یابد. بنابراین به کارگیری کاراتر عوامل کار و سرمایه در کنار فناوری، شرایط لازم را برای افزایش سطح بهره‌وری در فعالیت‌های اقتصادی و تغییرات ساختاری برای تولید خوب به جای تولید بد را فراهم کرده و رشد اقتصادی پایدار را محقق می‌سازد.

بنابراین توجه به بخش تحقیق و توسعه همراه با جهانی شدن فزاینده، فرصت‌های شایان توجهی را برای بهبود توسعه اقتصادی و اجتماعی ارائه نموده است که اگر کشورها قادر نباشند با سرعت فزاینده تغییرات خود را همگام سازند، با ریسک عقب‌افتادگی مواجه می‌شوند. در این راستا نئوکلاسیک‌ها با استفاده از الگوهای رشد درون‌زا برای اقتصاد باز نشان داده‌اند که تجارت بین‌الملل و آزادسازی تجاری از طریق ارتقای دانش و تکنولوژی، ایجاد تنوع و بهبود کیفیت نهاده‌های واسطه‌ای و توسعه بازار، مایه رشد و توسعه اقتصادی کشورها می‌شود.^۷

همچنین کو و هلپمن با تأکید بر سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه نشان داده‌اند که سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق تجارت بین‌الملل با معرفی فناوری خارجی در تولید داخلی، می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری و کارایی فنی عوامل تولید گردد و بدین ترتیب کشورهای که ماشین‌آلات و تجهیزات بیشتری را از پیشروان فناوری جهان وارد کرده‌اند رشد سریع‌تری در کارایی و بهره‌وری کل عوامل تولید تجربه نموده‌اند.^۸

بر این اساس اثرات سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه توسط بخش‌های مختلف (دولتی، خصوصی، دانشگاه‌ها و مراکز غیرانتفاعی) بر رشد اقتصادی کشورها و چگونگی افزایش رقابت‌پذیری در میان آن‌ها، سال‌هاست که مورد توجه اقتصاددانان، سیاست‌مداران و مدیران برنامه‌ریزی کلان کشورها قرار گرفته است و محققان نیز با استفاده از شاخص‌های مختلف، سعی در شناسایی و تفکیک آثار سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی داشته‌اند.

۶. نادر مهرگان، و لیلی سلطانی صحت، «مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت»، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان ۲، شماره ۵ (بهار ۱۳۹۳): ۳.

7. Romer, P, "Increasing Return and Long Run Growth", *Journal of Political Economy*, no.94 (October 1986): 1005

8. Coe, D. T. and E. Helpman. "International Research and Development Spillovers", *European Economic Review* 5, no. 39 (May 1995): 859-887.

بنابراین در این مطالعه، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه با در نظر گرفتن تجارت خارجی به عنوان سرفصل روابط اقتصادی بین کشورها و جهت‌گیری سیاست‌های اقتصادی دولت‌ها برای کسب حداکثر منافع اقتصادی حاصل از تعمیق تجارت بین‌الملل و دستیابی به رشد و توسعه پایدار و متوازن مرکز توجه قرار گرفته است. بدین منظور مطالعه حاضر برای نخستین بار به بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ایران و کشورهای چین، ترکیه، هند، ژاپن، کره جنوبی، آلمان، مالزی، ایتالیا و روسیه در جایگاه عمده‌ترین شرکای تجاری ایران در عرصه تجارت بین‌الملل، که در رابطه با سرمایه‌گذاری در R&D نیز سیاست‌های گسترده‌ای را اتخاذ کرده‌اند، می‌پردازد. در این راستا از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG)^۹ و میانگین گروهی (MG)^{۱۰} مبتنی بر داده‌های پانلی طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۰۱) برای بررسی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی استفاده شده است.

مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. بخش نخست مقدمه بود که گذشت. بخش دوم به تبیین مبانی نظری موضوع اختصاص دارد. در بخش سوم پیشینه تحقیق بیان می‌شود. در بخش چهارم، روش تحقیق و نتایج تجربی پژوهش ارائه می‌شود و سرانجام در بخش پنجم خلاصه و نتیجه‌گیری از مباحث مذکور ارائه می‌گردد.

۲ ادبیات موضوع

تحقیق و توسعه، اصطلاح عامی است که فعالیت‌های بسیار گسترده‌ای را از تکوین فناوری جدید، ابداع، اختراع، بهبود کمی و کیفی محصولات و خدمات تا کاربردهای صنعتی، اقتصادی و اجتماعی آن‌ها به منظور تأمین نیازهای روزافزون جوامع بشری را در بر می‌گیرد. بنابراین تحقیق و توسعه دارای ابعاد بسیار وسیع انسانی، فنی، ابزاری (مادی)، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی می‌باشد که هر یک به نوبه خود ابعاد دقیق‌تر و گسترده‌تری را در بر گرفته و مستلزم آگاهی‌های اجتماعی، علمی، فنی، تحقیقی، برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت کارا برای حصول نتیجه مطلوب است.^{۱۱} تحقیق و توسعه که معمولاً شامل سه نوع تحقیقات پایه‌ای، تحقیقات کاربردی و تحقیقات توسعه‌ای است، زمینه ساز نوآوری و پیشرفت فناوری است؛ به نحوی که موجب کاهش هزینه‌های تولید و رشد بهره‌وری بنگاه‌ها و انتقال فناوری از یک بنگاه به بنگاه دیگر می‌شود.

سیمون کوزنتس برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۷۱ معتقد بود که، گسترش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی در کشورها و افزایش ظرفیت اقتصادی برای جذب فناوری‌های جدید باعث ارتقای سرمایه انسانی و توان تولید افراد می‌گردد و بدین ترتیب توانایی کشورها برای حداکثر کردن محصول با استفاده از همان منابع تولید افزایش می‌یابد. از این دیدگاه، فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی از طریق استفاده کارآمد از منابع داخلی، معرفی کالاهای سرمایه‌ای جدید و همچنین

9. Pooled Mean Group: PMG

10. Mean Group: MG

۱۱. مرتضی جمالی پاقله، و احسان شفیع زاده «رویکرد تحلیل مقایسه‌ای به تحقیق و توسعه در ایران و چند کشور پیشرفته»، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز

افزایش ظرفیت انتقال فناوری، توانایی کشورها را برای حداکثر کردن تولید افزایش داده است و کارایی فنی کشورها را بهبود می‌بخشد.^{۱۲}

بر این اساس کشورهای پیشرفته صنعتی، تأسیس نهادهای تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری بر روی آنها را به موازات انجام سرمایه‌گذاری مستقیم در صنایع، مهم ارزیابی می‌کنند و این امر را عاملی مهم در راستای صنعتی‌شدن و یکی از ابزارها و سازوکارهای نهادی و بنیادی برای ایجاد محیطی که موجب خلق و توسعه فعالیت‌های فناورانه می‌شود، برمی‌شمرند. در واقع، اهمیت سرمایه‌گذاری روی تحقیق و توسعه و گسترش واحدهای R&D در کشورهای پیشرفته صنعتی یک مزیت رقابتی محسوب می‌شود. به طوری که با کمرنگ‌شدن مرزهای اقتصادی و گسترش ابعاد رقابت در عرصه تعاملات بین‌الملل، تلاش برای بهبود کارایی فنی عوامل تولید، مهم و قابل توجه است و موفقیت هریک از کشورها برای کسب فناوری برتر به استفاده از دانش فنی، جذب هرچه بیشتر فعالیت‌های تحقیق و توسعه خارجی، اتخاذ سیاست‌های مناسب تجاری و استفاده از نیروی انسانی ماهر و نیمه‌ماهر بستگی خواهد داشت.

از سوی دیگر سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق واردات محصولات واسطه‌ای و تجهیزات سرمایه‌ای، ایجاد کانال‌های ارتباطی و تحریک یادگیری روش‌های تولید بین مرزی، امکان تقلید از محصولات وارداتی، کپی کردن فناوری‌های خارجی و بومی‌سازی آنها در داخل برای کشورهای واردکننده، فرصت‌های مهمی را برای ارتقای کارایی فنی عوامل تولید و رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه فراهم می‌کند.^{۱۳}

بدین ترتیب کشورهای در حال توسعه سعی می‌کنند کشورهای توسعه یافته و پیشرفته صنعتی را در زمینه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه الگوی خود قرار داده و با ایجاد تعاملات بین‌المللی و تجارت خارجی شرایط خود را به آنها نزدیک کنند.

بررسی رابطه بین سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه (R&D) و رشد اقتصادی در ادبیات اقتصادی به طور گسترده مورد توجه واقع شده است. مدل‌های بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه در ابتدای امر در قالب مدل‌های رشد برون‌زا انجام می‌شد.

مدل‌های رشد برون‌زا پیشرفت تکنولوژی را عامل برون‌زا و انباشت سرمایه را عامل درون‌زای رشد تولید در نظر می‌گیرند. در مدل‌های رشد نئوکلاسیک مانند مدل سولو، رشد اقتصادی از طریق انباشت عوامل تولید به دلیل بازده نزولی، پایدار نخواهد بود و وجود عامل بهره‌وری لزوم رسیدن به رشد بلندمدت است. در این الگوها به‌طور کلی رشد اقتصادی به انباشت سرمایه

12. Mastromarco, C, and S. Ghosh. "Foreign Capital, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for Developing Countries", *World Development, Elsevier* 37, no. 2 (February 2009): 493

13. Mastromarco, C and Ghosh, "Foreign Capital," 495

فیزیکی و پیشرفت فنی برونزا نسبت داده می‌شود که در آن نرخ جمعیت پایین‌تر و سطح فناوری بالاتر، نرخ رشد کوتاه‌مدت را افزایش می‌دهد. پس برای رسیدن به رشد بلندمدت، پیشرفت فنی را باید به صورت برونزا وارد مدل کرد.^{۱۴}

اما به دلیل کاستی‌های موجود در الگوهای رشد برونزا (نئوکلاسیکی) در انطباق با دنیای واقعی منتج از فروض محدودکننده وجود بازار رقابت کامل همچون تولید یک کالای همگن در بازار و تضاد بین نتیجه نهایی حاصل از فرض برونزابدون تغییرات فنی در این الگوها (یکسان بودن نرخ بهره‌وری اقتصادهای مختلف در وضعیت پایدار) با روند اختلاف موجود در بین نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار در کشورهای توسعه یافته، الگوی رشد درونزا توسط لوکاس، رومر و دیگر پژوهشگران طراحی گردید.^{۱۵}

فرض اصلی در مدل‌های رومر^{۱۶} (۱۹۸۶) و لوکاس^{۱۷} (۱۹۸۸) این بود که فناوری‌های جدید نتیجه سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌ها و پیامدهای خارجی ناشی از انباشت سرمایه است. بر این اساس لوکاس، در مدل رشد درونزای خود، سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی را به عنوان نهاده وارد تابع تولید کرده است و سطح فناوری تولید را ثابت فرض می‌کند. گراسمن و هلپمن نیز ابداع و نوآوری را تابعی از نیروی کار شاغل در بخش تحقیق و توسعه دانسته و معتقدند که این فعالیت‌ها با بهبود کمی و کیفی محصولات، عامل محرک رشد اقتصادی هستند.^{۱۸} به دنبال پیشرفت در مدل‌های رشد درونزا، مطالعات فراوانی با چارچوب مدل‌های رشد درونزا، اثرهای سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی را در سطوح مختلف بنگاه‌ها، صنعت و کلان اقتصاد مورد توجه قرار داده‌اند. مدل‌های جدید رشد درونزا را می‌توان به دو دسته مدل‌های AK و مدل‌های مبتنی بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) طبقه‌بندی کرد.^{۱۹}

مفاهیم پایه‌ای تئوری‌های رشد درونزا در معادله AK منعکس شده است. در اینجا، A مبین عامل مؤثر تکنولوژی (دانش فنی) است، در حالی که K، شامل سرمایه انسانی و فیزیکی است. فرم کلی مدل AK به صورت زیر است:

$$Y_t = A_t K_t \quad (1)$$

که در آن، Y_t معرف تولید در زمان t، A_t بیانگر سطح تکنولوژی فنی در زمان t و K_t نیز نشان دهنده سرمایه فیزیکی و انسانی در زمان t است. در اینجا فرض بر این است که تکنولوژی فنی (A) به صورت تابع نمایشی به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود:

۱۴. نادر مهرگان، و سلطانی صحت، «مخارج تحقیق و توسعه»، ۳.

۱۵. شهرزاد انوشه، «اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی به تفکیک بخش‌های سرمایه‌گذار (مطالعه موردی کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی (OIC))»، *اقتصاد کاربردی*، ۲، شماره ۷، (زمستان، ۱۳۹۰): ۶۴-۶۵.

16. Romer

17. Lucas

۱۸. هاشم نیکومرام، فریدون رهنمای رود پشته و ایمان جوکار تنگ کرمی، «تبیین نقش تجارت خارجی و نوآوری از طریق دستیابی به تکنولوژی خارجی بر سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی کشور ایران»، *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، شماره ۲۰، (زمستان ۱۳۹۲): ۹۲.

19. Jones, C. I., "R&D-Based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy* 103, no. 4 (August 1995): 761.

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad (2)$$

که در آن A_0 مبین سطح تکنولوژی در زمان صفر (مبنا) و g نرخ رشد تکنولوژی فنی است، که دارای توزیع نرمال بوده و تابعی از لگاریتم سرمایه اولیه و یا درآمد اولیه در رگرسیون‌های مقطعی کشورها است.^{۲۰}

در نگرش مدل نوع AK که اشاره به انباشت محض سرمایه انسانی دارد، نمی‌توان از رشد بلندمدت، به دلیل شروع بازده‌های نزولی، حمایت کرد؛ از این رو افرادی مانند رومر (۱۹۹۰) و گروسمن و هلپمن^{۲۱} (۱۹۹۱) و آقیون و هویت^{۲۲} (۱۹۹۲) بر نقش فزاینده درون‌زای تکنولوژی تأکید دارند و این نگرش باعث رشد بلندمدت می‌گردد. از سوی دیگر برخی مدل‌های رشد، فعالیت‌های تحقیق و توسعه را به عنوان منبع رشد، مورد توجه قرار داده‌اند، که در آن دولت‌ها می‌توانند با تدارک دیدن تشویق‌هایی برای سرمایه‌گذاری‌های تجاری در زمینه تحقیق و توسعه، باعث کسب حق امتیازها و برنامه‌ها و کارها و مشاغل جدید شده و بدین ترتیب بر نرخ بلندمدت اقتصاد نیز تأثیر می‌گذارند. ابداعات صنعتی جدید با انگیزه کسب سود - که نتیجه فعالیت‌های تحقیق و توسعه هستند - منجر به انباشت دانش و تکنولوژی می‌شود و به این دلیل که تاحدودی انحصاری هستند، منبعی برای رشد کشورها محسوب می‌گردند. برای مثال رومر (۱۹۸۶) با در نظر گرفتن تابع تولید به شکل:

$$y = A(R)F(R_j, K_j, L_j) \quad (3)$$

به این نتیجه می‌رسد که مخارج تحقیق و توسعه توسط بنگاه زام (R_j) می‌تواند بر مقدار دانش فنی (A) بیفزاید. به این ترتیب وی مخارج تحقیق و توسعه را عامل مهمی در روند تولید می‌داند.^{۲۳}

در مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه، پیشرفت فناوری حاصل تلاش برای اختراع و ابداع نتیجه است که با حداکثرسازی، سود فردی را تأمین می‌کند. پیدایش هر ابداعاتی، بهره‌وری را افزایش می‌دهد و چنین کشفیاتی سرانجام منبع رشد بلندمدت هستند، در حالی که اساس این مدل‌ها هم مفصل و هم پیچیده است؛ اما بسیاری از مفاهیم کلیدی آن را می‌توان با کاربرد فرم خلاصه شده زیر بررسی کرد:

$$y = K^{1-\alpha}(AL_y)^\alpha \quad (4)$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \delta L_A \quad (5)$$

20. Bernard, Fingleton. "Equilibrium and Economic Growth: Spatial Econometric Models and Simulations", *Journal of Regional Science* 41, no. 1 (2001):121.

21. Grossman & Helpman

22. Aghion & Howitt

۲۳. تیمور محمدی، و محمدرضا سلمانی، «آزمون الگوی رشد درون‌زا برای اقتصاد ایران بر اساس رهیافت VAR»، *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۱۵ (زمستان

در حالی که y ، محصول، A بهره‌وری یا دانش و K سرمایه است، نیروی کار در هر دو فعالیت چه در تولید محصول (L_y) و چه در تلاش برای ابداع (L_A) استفاده می‌شود؛ به طوری که $L_A + L_y = L$ کل نیروی کار موجود در اقتصاد را نشان می‌دهد و به پیروی از رومر و سایرین فرض می‌شود L ثابت است.

معادله (۴) یک نمونه تابع تولید با پیشرفت فناوری خنثی هارود است، بازده فزاینده نسبت به مقیاس در این تابع تولید، طبیعت بی نظیر دانش را منعکس می‌کند. با سطح مشخص دانش A ، دوبرابر کردن سرمایه و نهاده نیروی کار برای دوبرابر کردن محصول کافی است. دوبرابر کردن موجودی دانش منجر به پیدایش محصول، به میزان بیش از دو برابر خواهد شد.^{۲۴} در همین راستا گروسمن و هلپمن (۱۹۹۱) نیز با الگوسازی سرریز R&D خارجی از طریق تجارت نشان دادند که تجارت با افزایش تنوع و کیفیت نهاده‌های واسطه‌ای، انتقال و گسترش دانش، آثار یادگیری حین انجام کار و افزایش اندازه بازارها باعث افزایش رشد اقتصادی و بهره‌وری می‌شود. الگوی مذکور پیش‌بینی می‌کند که کشورها می‌توانند از طریق واردات کالا و خدمات واسطه‌ای از کشورهای پیشرفته به صورت غیرمستقیم از منافع ناشی از انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی استفاده کنند و با نهادینه کردن تحقیق و توسعه خارجی مانند تحقیق و توسعه داخلی رشد بهره‌وری خود را افزایش دهند.^{۲۵}

۳) پیشینه تحقیق

مطالعات بسیاری به بررسی شاخص‌های مختلف تحقیق و توسعه و اثرات اقتصادی آن-ها بر الگوی رشد اقتصادی و بهره‌وری عوامل تولید در کشورهای مختلف پرداخته‌اند. در ادامه تعدادی از این پژوهش‌ها و نتایج آن‌ها بیان می‌شود.

۳-۱ مطالعات خارجی

ظفر و همکاران^{۲۶} (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اتحادیه همکاری‌های اقتصادی آسیا و اقیانوسیه (APEC) پرداخته است. بدین منظور از داده‌های پانلی برای شاخص‌های تولید ناخالص داخلی، سرمایه ثابت ناخالص، هزینه‌های تحقیق و توسعه، بازبودن تجاری و میزان مصرف انرژی از منابع تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۹۰ استفاده شده است. به منظور بررسی مانایی متغیرها و وجود روابط علی میان آن‌ها از آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی متغیرهای الگو انجام شده است و سپس مدل تحقیق با استفاده از روش Cup-FM و FMOLS برآورد شده است. نتایج به دست آمده حاکی از وجود روابط علی بلندمدت میان متغیرهای مذکور می‌باشد؛

۲۴. تیمور محمدی، و محمدرضا سلمانی «آزمون الگوی رشد»: ۱۷۸.

۲۵. غلامرضا زمانیان، محمدحسن فطرس، و الهام رضایی، «اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای ایران»، فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، شماره ۱۷، (زمستان ۱۳۹۳): ۹۶.

همچنین متغیرهای مخارج تحقیق و توسعه، بازبودن تجاری و میزان مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی دارند.

تاری و همکاران^{۲۷} (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط R&D و رشد اقتصادی در کشور ترکیه طی سال‌های (۲۰۱۴-۱۹۹۰) با استفاده از روش ARDL پرداخته است. بدین منظور شاخص‌های لگاریتم تولید ناخالص داخلی به عنوان متغیر وابسته و لگاریتم هزینه‌های تحقیق و توسعه به عنوان متغیر توضیحی در مدل مطرح شده‌اند. به منظور بررسی مانایی متغیرها و وجود روابط علی میان آن‌ها آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی متغیرهای الگو انجام شده است و سپس الگوی تحقیق برآورد شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است که هزینه‌های تحقیق و توسعه دارای اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشور ترکیه در کوتاه‌مدت و بلندمدت است. براین اساس سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه جهت دستیابی به پایداری رشد اقتصادی در ترکیه مهم ارزیابی شده است.

تسورایی^{۲۸} (2017) در مطالعه‌ای به بررسی نقش تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشور مجارستان طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۶ پرداخته است. نرخ رشد سالانه تولید ناخالص داخلی به عنوان متغیر وابسته و هزینه‌های تحقیق و توسعه به عنوان متغیر مستقل و معیار نوآوری استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون همگرایی یوهانسن و جوسیلیوس بیانگر آن است که بین تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی در مجارستان رابطه بلندمدتی وجود دارد. همچنین رشد اقتصادی ناشی از هزینه‌های تحقیق و توسعه در مجارستان در کوتاه‌مدت و بلندمدت، از رابطه علیت گرنجری تبعیت می‌کند. بنابراین افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه به منظور توسعه و رشد اقتصادی کشور مذکور مهم تلقی شده است.

فریمان و همکاران^{۲۹} (2016) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اتحادیه اروپا با استفاده از مدل‌های پانل دیتا (GMM) طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۱ پرداخته است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است که هزینه‌های تحقیق و توسعه دارای تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشورها است؛ به‌نحوی که شدت اثربخشی متغیر مذکور بر رشد اقتصادی به سطح توسعه‌یافتگی و میزان سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه توسط کشورهای مورد بررسی بستگی دارد. بنابراین در نظر گرفتن عواملی مانند چارچوب نهادی، بخش‌های عملکردی، کیفیت سرمایه انسانی و نوع تحقیق و توسعه، که بر کارایی R&D تأثیر می‌گذارد، حائز اهمیت است.

اکالی و همکاران^{۳۰} (2015) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ۱۹ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ پرداختند. بدین منظور شاخص‌های تولید ناخالص داخلی سرانه و مخارج تحقیق و

27. Tari et al.

28. Tsaurai.

29. Freimane et al.

30. Akcali et al.

توسعه با استفاده از روش اثرات ثابت و تصادفی مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده، اثر مخارج R&D بر رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه مثبت و معنادار بوده است؛ بنابراین افزایش مخارج تحقیق و توسعه به مثابه مبنایی برای خلق نوآوری و رشد و توسعه اقتصادی کشورها مهم ارزیابی شده است.

کوکو و همکاران^{۳۱} (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای مبتنی بر روش فراتحلیل^{۳۲} ارتباط بین هزینه‌های تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی را در سه گروه کشورهای عضو اتحادیه اروپا، کشورهای ایالات متحده و دیگر کشورهای غیر عضو در اتحادیه اروپا مورد بررسی قرار داده است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که به طور کلی تأثیر افزایش تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در ۱۵ کشور عضو اتحادیه اروپا با سایر کشورهای غیر عضو اتحادیه اروپا تفاوت چندانی ندارد؛ در حالی که در مقایسه با ایالات متحده تفاوت قابل توجهی وجود دارد. بنابراین کشورهای ایالات متحده رشد اقتصادی بیشتر ناشی از سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه را نسبت به کشورهای عضو اتحادیه اروپا و سایر کشورهای غیر عضو تجربه نموده‌اند. بنابراین، سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه برای کاهش شکاف نوآوری در مقابل ایالات متحده و پیوند و هماهنگی بخش خصوصی و دولتی در این زمینه برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا ضرورت دارد.

مکیس^{۳۳} (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی اثر ابداعات بر رشد اقتصادی و نقش رهبری استونی در ایالت بالتیک پرداخته است. در این مطالعه شاخص‌های تولید ناخالص داخلی، مخارج تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی، مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک بخش‌های سرمایه‌گذار (بخش دولتی، آموزش عالی و مؤسسات غیرانتفاعی و تشکیلات تجاری)، حجم صادرات کالاهای فناورانه و کالاهای با تکنولوژی پیشرفته^{۳۴} و رشد سالانه صادرات کالاهای با تکنولوژی پیشرفته طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۴ در یک مدل آماری مورد بررسی واقع شده است. نتایج نشان می‌دهد که مخارج تحقیق و توسعه توسط بخش‌های مختلف سرمایه‌گذار در مرحله‌ای بر رشد اقتصادی تأثیرگذار است که عواملی مانند رقابت و یادگیری در فرایند توسعه تکمیل شده باشد؛ به علاوه، سیاست‌های مؤثر دولت در زمینه R&D نیز می‌تواند در نگه‌داشتن این رشد ضروری باشد. قابسی و همکاران^{۳۵} (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی سرریزهای R&D و رشد اقتصادی با استفاده از روش‌های FMOLS و DOLS مبتنی بر داده‌های پویای تابلویی ۲۴ کشور توسعه‌یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۹۶ پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده اثر R&D خارجی بر رشد مثبت و معنادار بود و اثر R&D داخلی معنادار نبود؛ در ضمن تأثیر R&D خارجی بیشتر از R&D داخلی بود. همچنین شواهد اثر مثبت و معنادار سرمایه‌انسانی را در جذب و انتشار فناوری تأیید کرد. از سوی دیگر نتایج به دست آمده بیانگر آن است که در کشورهای عضو G7 سطح بهره‌وری کل عوامل اصولاً توسط تلاش‌های

31. Kokko et al.

32. Meta-analysis.

33. Macys.

34. Export of high-tech.

35. Gabsi et al.

R&D داخلی برآورد شده‌اند درحالی‌که در کشورهای کوچک، فناوری انتقالی خارجی نقش بسیار مهمی در بهره‌وری کل عوامل بازی می‌کند.

۲-۳ مطالعات داخلی

بشارت و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی کشورهای عضو همکاری اسلامی با استفاده از روش حداکثر راست‌نمایی پانل بیزی (BML) طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۷۵ مورد بررسی قرار داده است. بدین منظور از شاخص تولید ناخالص داخلی به عنوان متغیر وابسته و مخارج تحقیق و توسعه و ۱۶ متغیر دیگر به عنوان متغیر توضیحی استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده شاخص‌های نرخ پس‌انداز، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه‌گذاری ملی، بهره‌وری کل عوامل تولید و مخارج تحقیق و توسعه (R&D)، بیشترین تأثیر را بر رشد اقتصادی این کشورها داشته‌اند.

شاه‌آبادی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی کشورهای ایران، ترکیه و مالزی با استفاده از روش رگرسیون با وقفه‌های توزیعی طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۱ پرداخته است. نتایج به دست آمده دلالت دارند که تأثیر بلندمدت سرمایه تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در کشور مالزی در مقایسه با کشورهای ترکیه و ایران پایدارتر، باثبات‌تر و بیشتر است. همچنین سرمایه تحقیق و توسعه در مقایسه با سرمایه فیزیکی تأثیر بیشتری بر رشد اقتصادی کشورهای ترکیه و ایران دارد.

محمدزاده اصل و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی آثار غیرمستقیم تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ۱۶ کشور منتخب طی سال‌های (۲۰۱۳-۲۰۰۴) در قالب مدل‌های تابلویی به روش رگرسیونی کوانتیل پرداخته است. نتایج مطالعه بیانگر آن است حاکی از آن است که رابطه مثبت و معناداری بین مخارج R&D و اختراعات با GDP در هر دو گروه کشورهای دارای درآمد بالا و درآمد متوسط رو به بالا وجود دارد. همچنین در کشورهای با درآمد متوسط بالا، سرمایه فیزیکی، همچنان نقش قالب را در رشد تولید ناخالص داخلی دارد.

حیدری و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت تحقیق و توسعه داخلی و تحقیق و توسعه خارجی (از کانال واردات کالاهای سرمایه‌ای و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از مدل‌های رشد درون‌زا و آزمون کرانه‌ها طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۱ پرداخته است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که اثرات تحقیق و توسعه از کانال واردات کالاهای سرمایه‌ای بر رشد اقتصادی تأثیر معناداری ندارد؛ اما تحقیق و توسعه داخلی و خارجی از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت و معناداری دارد.

نقدی و همکاران (1392) در پژوهشی به بررسی اثرات گسترش فناوری نانو بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اتحادیه اروپا، امریکا و ژاپن در قالب یک مدل اقتصادسنجی (GMM) در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۷ می‌پردازند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که گسترش فناوری نانو بر رشد اقتصادی کشورهای اتحادیه اروپا، امریکا و ژاپن تأثیر مثبت معناداری دارد.

دقیقی اصل و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثر هزینه‌های تحقیق و توسعه در بخش آموزش عالی بر رشد اقتصادی کشورهای اتحادیه اروپا طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۲ پرداخته‌اند. نتایج به‌دست آمده با استفاده از مدل پانل دیتا پویا (OGMM) در این مطالعه حاکی از آن است که میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه در بخش آموزش عالی اثری مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی دارد. همچنین متغیرهای میزان رشد نیروی کار شاغل و میزان موجودی سرمایه فیزیکی نیز دارای تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشورها هستند.

بر این اساس کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، به منظور حفظ یا ایجاد بنیان‌های توسعه متوازن و پایدار در زمینه‌های مختلف اقتصادی، سیاسی و... بر بالا بردن قدرت رقابت خود با سایر کشورها متمرکز هستند. در این راستا سرمایه‌گذاری در R&D و مخارج تحقیق و توسعه با تأثیر مستقیم بر نوآوری، بهره‌وری، کیفیت سطح استاندارد زندگی و سهم بازار از جمله عوامل مهم و مؤثر در افزایش توان رقابتی کشورها می‌باشد. از سوی دیگر ظهور و گسترش پدیده جهانی شدن و خلق روش‌های جدید در عرصه کسب فناوری و تکنولوژی، تغییر قوانین رقابت و حضور کشورهای جدید در صحنه رقابت و شکل‌گیری اتحادیه‌ها و بلوک‌های تجاری در مسیر رشد و توسعه اقتصادی کشورها اهمیت قابل توجهی دارد. بنابراین این مطالعه با تمرکز بر اهمیت سرمایه‌گذاری در R&D توسط کشورها و سرریز تحقیق و توسعه خارجی از طریق قراردادهای تجاری میان کشورها، به بررسی اثرات مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ایران و شرکای تجاری منتخب می‌پردازد. لازم به توضیح است که کشورهای چین، ترکیه، هند، ژاپن، کره جنوبی، آلمان، مالزی، ایتالیا و روسیه افزون بر آنکه از عمده‌ترین شرکای تجاری ایران محسوب می‌شوند، در زمینه سرمایه‌گذاری در R&D نیز سیاست‌های گسترده‌ای اتخاذ کرده‌اند. از سوی دیگر در مطالعه حاضر بررسی اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورها مورد توجه بوده است. بدین منظور از روش اقتصادسنجی میانگین گروهی تلفیقی (PMG) و میانگین گروهی (MG) مبتنی بر داده‌هایی پانلی، که این مهم را ممکن می‌سازد، استفاده شده است. همچنین از آن‌جا که کشور ایران نیز از جمله کشورهای مورد بررسی است نتایج این مطالعه می‌تواند در جهت گیری‌های سیاستی قابل اتکا، مؤثر واقع شود.

۴) تصریح، تخمین و تفسیر مدل

در این بخش به بررسی نحوه اثرگذاری مخارج تحقیق و توسعه بر روی رشد اقتصادی کشور ایران و شرکای تجاری منتخب آن با استفاده از الگوی اقتصادسنجی رشد اقتصادی با تأکید بر وضعیت نهادی کشورهای مورد مطالعه می‌پردازیم. برای این منظور از روش اقتصادسنجی پانل هم‌انباشتگی برای ایران و کشورهای چین، روسیه، ژاپن، هند، آلمان، ایتالیا، کره

جنوبی، مالزی و ترکیه (در جایگاه عمده‌ترین شرکای تجاری ایران که در زمینه تحقیق و توسعه نیز سیاست‌های گسترده‌ای را اتخاذ کرده‌اند)^{۳۶}، طی سال‌های (۲۰۱۸-۲۰۰۱) استفاده شده است. از تابع زیر برای به‌دست‌آوردن تأثیر مخارج تحقیق و توسعه در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر تولید ناخالص داخلی حقیقی استفاده می‌گردد:

$$GDP_{it} = f(L_{it}, K_{it}, R_{it})$$

که در آن

GDP_{it} = رشد تولید ناخالص داخلی در کشور کشور i در زمان t

L_{it} = رشد نیروی کار شاغل در کشور کشور i در زمان t

K_{it} = رشد موجودی سرمایه فیزیکی در کشور کشور i در زمان t و

R_{it} = رشد مخارج تحقیق و توسعه در کشور i در زمان t است

کلیدی داده‌های تحقیق از آمارهای سالانه بانک جهانی (شاخص‌های توسعه جهانی^{۳۷} و یونسکو^{۳۸} طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۱ جمع‌آوری شده است. (شایان ذکر است به دلیل نبود داده‌های آماری سال ۲۰۱۸ برای کشورهای ایران، ترکیه، مالزی بازه زمانی (۲۰۱۷-۲۰۰۱) اتخاذ شده است و بنابراین داده‌های تحقیق پنل نامتوازن است).

با توجه به آنکه ساختار اقتصادی و قلمرو مکانی انتخاب شده ناهمگن است، برای استخراج نتایج در کوتاه‌مدت و بلندمدت، از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) استفاده می‌گردد.

در واقع روش برآورد PMG که توسط^{۳۹} (۱۹۹۹) معرفی شده است، دربرگیرنده وضعیتی بین روش MG (که در آن هم شیب و هم عرض از مبداها اجازه دارند در بین کشورها تغییر یابند) و روش اثرات ثابت شده استاندارد (که در آن شیب‌ها ثابت هستند و عرض از مبداها اجازه تغییر دارند) می‌باشد. در برآورد PMG تنها ضرایب بلندمدت مجبور هستند که در بین کشورها یکسان باشند؛ درحالی که ضرایب کوتاه‌مدت اجازه تغییر دارند.^{۴۰} بنا به تحقیق شین، پسران و اسمیت (۱۹۹۹) می‌توان یک الگوی رگرسیون خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی برای $t=1,2,\dots,T$ و $i=1,2,\dots,N$ را به صورت زیر نوشت:

(۶)

$$y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_{ij} y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta'_{ij} x_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

^{۳۶}. خوانندگان محترم برای دریافت توضیحات بیشتر در این زمینه می‌توانند به مقاله جمالی پاقله و همکاران (۱۳۹۱): ۲۶-۲۷ مراجعه کنند.

37. World Development Indicator (WDI).

38. UNESCO.

39. Pesaran, Shin, Smith.

^{۴۰}. سیدحمیدرضا اشرف‌زاده، و نادر مهرگان، اقتصادسنجی پانل دیتای پیشرفته (همدان، انتشارات نور علم، ۱۳۹۳): ۱۰۰.

به طوری که دوره زمانی، i مقطع، y_{it} بردار $(K \times 1)$ از متغیر وابسته برای گروه i ام، $x_{i,t}$ بردار $(K \times 1)$ از متغیرهای توضیحی برای گروه i ام، p و q به ترتیب تعداد وقفه‌های متغیر وابسته و توضیحی، μ جملات ثابت هر مقطع، ضرایب متغیرهای وابسته به صورت اسکالر و بردار δ'_{ij} ضرایب برآوردی و ε_{it} جملات اخلال هستند. باید توجه داشت در عمل هر مقطع ممکن است نامتوازن بوده و p و q می‌توانند برای مقاطع، متفاوت باشند. همچنین T باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتوان هر معادله را به طور مجزا برای هر مقطع یا گروه برآورد کرد.

می‌توان معادله (۷) را برای $i=1,2,\dots,N$ و $t=1,2,\dots,T$ به صورت الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) درآورد؛

(۷)

$$\Delta y_{it} = \theta_i y_{i,t-1} + \beta'_i x_{i,t} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \gamma'_{ij} \Delta x_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

به طوری که، برای دوره زمانی i مقطع بعد از تبدیل معادله (۱) به الگوی تصحیح خطا و رسیدن به معادله (۷) به ترتیب ضرایب الگوی تصحیح خطای برداری به صورت زیر محاسبه و برآورد خواهد شد؛

$$\theta_i = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_{ij})$$

$$\beta'_i = \sum_{j=0}^q \delta_{ij}$$

γ_{ij} بیانگر ضرایب متغیر وابسته تفاضلی تاخیری $\Delta y_{i,t-j}$ برای $q-1$ وقفه

γ'_{ij} بیانگر ضرایب متغیرهای توضیحی تفاضلی تاخیری $\Delta x_{i,t-j}$ برای $p-1$ وقفه که نشانگر علیت بلندمدت بین متغیر توضیحی و وابسته است.

با انباشت مشاهدات سری‌های زمانی برای هر گروه، می‌توان معادله (۸) را به صورت زیر نوشت:

(۸)

$$\Delta y_{it} = \theta_i y_{i,t-1} + \beta'_i x_{i,t} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \gamma'_{ij} \Delta x_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

که برای $i=1,2,\dots,N$

$\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$ ، $\Delta y_i = y_i - y_{i-1}$ است و $\Delta x_{i,j}$ ارزش زامین تاخیر از Δy_i و Δx_i است. همچنین ε_{it} جملات خطا است و ضرایب γ'_{ij} نشانگر علیت بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و وابسته است. برآوردگر میانگین گروهی تلفیقی شرط برآورد یکسان β ها را برای همه مقاطع تضمین می‌نماید. همچنین پسران، شین و اسمیت برآوردگر حداکثر

راستمنامی را برای تخمین این رابطه پیشنهاد کرده‌اند. از این رو توابع راستمنامی با اعمال قید ضرایب ثابت برای هر مقطع، مشخص و به صورت یک سیستم معادلات برآورد می‌شود.^{۴۱}

در الگوی ۸، y_i رشد تولید ناخالص داخلی و منظور از x_i ها شامل متغیرهای معرفی شده در الگوی رشد اقتصادی است.

۴-۱ آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانل

در تحلیل‌های هم‌انباشتگی برای جلوگیری از رگرسیون کاذب، ابتدا مانایی متغیرهای بررسی سپس مورد قرار آزمون گیرد. در این بخش مانایی لگاریتم رشد تولید ناخالص داخلی (LnGDP)، لگاریتم رشد موجودی سرمایه فیزیکی (LnK)، لگاریتم رشد نیروی کار شاغل (LnL) و لگاریتم رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه (LnR) به روش ایم، پسران و شین بررسی می‌شود. نتایج در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) آزمون ریشه واحد متغیرها با عرض از مبدا و روند و در سطح روش (IPS)

نام متغیر	نماد	آزمون (IPS)	احتمال	نتیجه سطح	در
رشد تولید ناخالص داخلی	LnGDP	-۴,۶۵۵۷	۰,۰۰۰۰	مانا	
رشد موجودی سرمایه فیزیکی	LnK	-۴,۷۵۵۵	۰,۰۰۰۰	مانا	
رشد نیروی کار شاغل	LnL	-۳,۰۶۲۱	۰,۰۰۰۰	مانا	
رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه	lnR	-۴,۰۸۵۴	۰,۰۰۰۰	مانا	

(مأخذ: یافته‌های پژوهش)

با توجه به نتایج آزمون ریشه واحد، همه متغیرها در سطح مانا هستند. برای آزمون وجود روابط تعادلی بلندمدت در بین متغیرها از آزمون هم‌انباشتگی کائو استفاده می‌شود. در این آزمون، فرضیه صفر مبتنی بر عدم وجود هم‌جمعی بین متغیرها است.

جدول (۲) آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلویی کائو برای متغیرهای الگو (۲۰۱۸-۲۰۰۱)

نام آماره	آماره آزمون	احتمال
Modified Dickey-Fuller t	-5/2108	0.0000
Dickey-Fuller t	-6/9053	0.0000
Augmented Dickey-Fuller t	-5/4025	0.0000
Unadjusted modified Dickey Fuller t	-10/9947	0.0000
Unadjusted Dickey-Fuller t	-8/5388	0.0000

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول (۲)، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌جمعی بین متغیرها را نمی‌توان پذیرفت و در نتیجه بین متغیرهای ذکر شده در مدل، رابطه بلندمدت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین در ادامه به برآورد الگو در سطح می‌پردازیم که در ادامه نتایج تخمین ارائه می‌شود.

۴-۱) نتایج برآورد الگوهای PMG و MG

پس از انجام آزمون هم‌انباشتگی و اطمینان از وجود روابط بلندمدت بین متغیرهای الگو، در جهت بررسی روابط علی بین متغیرها، از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) با استفاده از داده‌های تابلویی پویای ناهمگن، ارائه‌شده به وسیله شین، پسران و اسمیت استفاده می‌شود.

نتایج ارائه‌شده در جدول (۴) ضرایب برآوردی الگو را بر اساس معادلات (۷) و (۸) نشان می‌دهد و بیانگر ضرایب الگوی بلندمدت و کوتاه‌مدت ارتباط بین رشد اقتصادی و متغیرهای رشد موجودی سرمایه فیزیکی، رشد نیروی کار شاغل و رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه است. نتایج ارائه‌شده با استفاده از نرم‌افزار Stata برآورد شده است. برای انتخاب روش مناسب از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. عدم رد فرضیه صفر در آزمون هاسمن حاکی از کاراتر بودن برآوردگر PMG در مقابل برآوردگر MG است که در این آزمون با توجه به احتمال آماره به‌دست آمده فرض اولیه تأیید می‌گردد.

جدول (۳) آزمون هاسمن

آماره χ^2	احتمال
۷/۱۹	۰/۰۶۶۲

مأخذ یافته‌های پژوهش

بنابراین در ادامه تفسیر نتایج برآوردی برای روش PMG ارائه می‌گردد.

جدول ۴ برآورد MG و PMG برای ارتباط میان رشد اقتصادی و متغیرهای الگو در بلندمدت و کوتاه‌مدت

متغیرها	بلندمدت	
	MG	PMG
lnR	***0/297885	***0/466705
	(0/082873)	(0/048326)
LnK	***0/505324	***0/343293
	(0/081093)	(0/046582)
LnL	-0/20737	-0/08601
	(0/366609)	(0/147488)
متغیرها	کوتاه‌مدت	
	MG	PMG

***-1/02643	***-0/76051	تصحیح خطا
(0/09844)	(0/107852)	
-0/03715	-0/03377	lnR
(0/042888)	(0/040798)	
0/045741	***0/241069	LnK
(0/044353)	(0/04018)	
-0/3338	-0/37257	LnL
(0/672112)	(0/425557)	
0/000352	-0/00026	constant
(0/000412)	(0/000165)	

مأخذ یافته‌های پژوهش

علامات **، * و ° معناداری در سطوح معناداری ۱٪، ۵٪، ۱۰٪ را بیان می‌کنند.

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشند.

نتایج جدول (۴) را می‌توان به صورت زیر تبیین کرد:

با توجه به احتمال آماره محاسبه‌شده برای متغیر رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه (LnR)، یک رابطه علیت بلندمدت از نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در ۱۰ کشور منتخب مورد بررسی در این مطالعه وجود دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی را در کشورهای تحت بررسی به نحو معناداری در جهت مثبت متأثر می‌سازد. ضریب به دست آمده برای متغیر نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه در بلندمدت، ۰/۴۷ است. بر این اساس فرضیه تأثیرات مثبت رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در این کشورها تأیید می‌شود. با توجه به مبانی نظری نیز می‌توان بیان کرد که فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی نخست از طریق افزودن اطلاعات جدید (نوآوری) به طور مستقیم سطح فناوری را ارتقا می‌بخشد و سپس از طریق افزایش ظرفیت جذب دانش فنی و جذب اثرات سرریز تحقیق و توسعه خارجی به طور غیرمستقیم کارایی فنی کشورها را در جهت مثبت متأثر می‌سازد. به این ترتیب، کشورهای واردکننده نیز با صرف هزینه‌های تحقیق و توسعه، از یک طرف نسبت به خلق نوآوری در قالب تولید محصولات جدید با کیفیت بالاتر و بهبود فرایندهای تولید اقدام می‌کنند و از طرف دیگر، قدرت جذب دانش فنی خود را نسبت به دیگر کشورها افزایش می‌دهند که در نهایت برآیند فعالیت‌های مذکور رشد اقتصادی کشورها را در بلندمدت افزایش می‌دهد.

همچنین نتیجه به دست آمده با نتایج مطالعاتی مانند ظفر (۲۰۱۹)، تازی (۲۰۱۷) و بشارت (۱۳۹۷) که معتقدند مخارج تحقیق و توسعه باعث افزایش رشد اقتصادی کشورها می‌شود، منطبق است. بنابراین سیاست گسترش سهم اعتبارات و هزینه‌های

تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در این کشورها نه تنها اثرات مخربی نداشته است، بلکه در بلندمدت مایه افزایش و بهبود نرخ رشد اقتصادی گردیده است.

بر اساس نتایج به دست آمده در جدول 4 ضریب نرخ رشد موجودی سرمایه فیزیکی (LnK)، ۰/۳۴ می باشد و دارای تأثیر مثبت و معنادار بر شاخص رشد اقتصادی در کشورهای مورد مطالعه می باشد. بر این اساس رابطه علی معناداری از رشد موجودی سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی بلندمدت در کشورهای مورد بررسی تایید می گردد. نتیجه به دست آمده با نتایج مطالعاتی مانند محمدزاده اصل و همکاران (۱۳۹۶) که معتقدند انباشت سرمایه فیزیکی موجب افزایش رشد و توسعه اقتصادی کشورها می شود، همسو و منطبق است. همچنین ضریب متغیر نرخ رشد نیروی کار شاغل در الگو، ۰/۰۹- به دست آمده است و تأثیر معناداری بر رشد اقتصادی بلندمدت کشورهای مورد مطالعه ندارد. بر این اساس نتیجه به دست آمده را می توان ناشی از ناهمگنی ساختار اقتصادی و سرمایه انسانی در کشورهای تحت بررسی دانست.

همچنین نتایج به دست آمده در جدول (۴) بیانگر آن است که در مدل کوتاه مدت، ضریب تعدیل در سطح ۱ درصد، معنادار، منفی و کوچک تر از یک به دست آمده است و نشان می دهد در مجموع یک رابطه علی از سمت متغیرهای توضیحی مدل شامل رشد موجودی سرمایه فیزیکی، رشد نیروی کار شاغل و هزینه های تحقیق و توسعه است به سمت رشد اقتصادی به عنوان متغیر وابسته وجود دارد. ضریب تصحیح خطا برابر ۰/۷۶- است و نشان می دهد در هر دوره ۷۶ درصد عدم تعادل هادر هر دوره نسبت به رابطه بلندمدت تعدیل و اصلاح می شوند و در کمتر از ۲ دوره (سال) عدم تعادل ها تعدیل خواهند شد. همچنین به منظور در نظر گرفتن ناهمگنی های موجود بین کشورهای مورد مطالعه نتایج الگو به تفکیک مقاطع برای کوتاه مدت نیز برآورد گردیده است^{۴۲} نتایج به دست آمده نشان می دهد:

متغیرهای رشد هزینه های تحقیق و توسعه و رشد موجودی سرمایه فیزیکی، دارای اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشور ایران در کوتاه مدت هستند. ضریب به دست آمده برای متغیر رشد هزینه های تحقیق و توسعه، ۰/۰۹۷ و ضریب متغیر رشد موجودی سرمایه فیزیکی در الگوی رشد اقتصادی کوتاه مدت کشور ایران ۰/۴۶ است. همچنین متغیر رشد نیروی کار شاغل نیز الگوی رشد اقتصادی کوتاه مدت در کشور ایران را با ضریب ۰/۸۶ به نحو معناداری در جهت مثبت تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین سرمایه گذاری در زمینه تحقیق و توسعه، انباشت سرمایه فیزیکی و رشد نیروی کار شاغل افزون بر آنکه رشد اقتصادی کشور را تحت تأثیر قرار می دهد، مسیر دستیابی کشور به اهداف توسعه اقتصادی را هموارتر می کند.

از سوی دیگر متغیر رشد هزینه های تحقیق و توسعه دارای اثر معنادار و منفی بر رشد اقتصادی کوتاه مدت در کشورهای کره جنوبی و ترکیه است. ضریب متغیر برای کشورهای مذکور به ترتیب ۰/۲۵- و ۰/۲۱- می باشد. همچنین متغیر رشد موجودی

۴۲. خروجی نرم افزار STATA و نتایج به تفکیک کشورهای مورد بررسی در کوتاه مدت در پیوست ارائه گردیده است.

سرمایه فیزیکی در کشورهای روسیه، آلمان، کره جنوبی متغیر رشد اقتصادی را به طور مثبت و معنادار متأثر می‌سازد. ضریب به‌دست‌آمده برای متغیر مذکور برای کشورهای روسیه، آلمان و کره جنوبی به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۲۵ و ۰/۲۲ است. متغیر رشد نیروی کار شاغل، الگوی رشد اقتصادی کشور ترکیه را با ضریب ۰/۴۸- به نحو معنادار در جهت منفی متأثر می‌سازد، در حالی که متغیر مذکور با ضریب ۰/۷۸ دارای اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی کشور روسیه در کوتاه‌مدت است. بنابراین با توجه به معناداری اثر هر یک از متغیرهای رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، رشد موجودی سرمایه و رشد نیروی کار شاغل بر الگوی رشد اقتصادی کوتاه‌مدت کشورهای مذکور، توجه به این عوامل و اتخاذ سیاست‌ها مناسب در جهت گسترش سهم اعتبارات و مخارج تحقیق و توسعه در بخش‌های مختلف اقتصادی و افزایش بهره‌وری نیروی کار شاغل حائز توجه و اهمیت است.

۵) نتیجه‌گیری و پیشنهادها

دستیابی به رشد اقتصادی بالا و پایدار همواره در برنامه‌های اقتصادی کشورها مورد توجه بوده است. در همین راستا اقتصاددانان کوشیده‌اند عوامل مختلف تأثیرگذار بر رشد اقتصادی را شناسایی نموده، ضمن مدلسازی آن‌ها، بسته‌های سیاستی مناسب را ارائه کنند. بر اساس تئوری‌های اخیر رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه (R&D) از جمله عوامل مهم و مؤثر بر الگوی رشد اقتصادی کشورها محسوب می‌شود؛ به طوری که ارتقای بهره‌وری و تولید در کشورها، علاوه بر اینکه تحت تأثیر سرمایه‌گذاری R&D در داخل است، از سرمایه‌گذاری R&D توسط دیگر کشورها در جایگاه شرکای تجاری نیز متأثر می‌شود. به عبارت دیگر مخارج تحقیق و توسعه داخلی موجب استفاده کارآمدتر از منابع داخلی می‌شود و منافع سرمایه‌گذاری R&D توسط شرکای تجاری نیز از طریق واردات کالاها و خدمات با تکنولوژی پیشرفته خارجی محقق می‌شود.

لذا این مطالعه با توجه به اهمیت سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه بر رشد و توسعه اقتصادی کشورها، به تحلیل ارتباط و نحوه اثرگذاری متغیر مذکور بر رشد اقتصادی می‌پردازد. بدین منظور از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) مبتنی بر داده‌های تابلویی برای ایران و کشورهای چین، روسیه، ژاپن، هند، آلمان، ایتالیا، کره جنوبی، مالزی و ترکیه به عنوان شرکای تجاری ایران، که در زمینه تحقیق و توسعه نیز سیاست‌های گسترده‌ای را اتخاذ کرده‌اند، استفاده شده است.

نتایج به‌دست‌آمده از روش PMG حاکی از آن است که نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، رشد موجودی سرمایه فیزیکی و رشد نیروی کار شاغل دارای روابط علی بلندمدت با نرخ رشد اقتصادی در کشورهای مذکور می‌باشند. متغیرهای نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، رشد موجودی سرمایه فیزیکی به ترتیب با ضریب ۰/۴۷ و ۰/۳۴ نرخ رشد اقتصادی را در بلندمدت به نحو مثبت و معنادار تحت تأثیر قرار می‌دهند. بر این اساس سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و انباشت سرمایه فیزیکی در بلندمدت، از جمله عوامل مهم و تأثیرگذار بر رشد اقتصادی و بهبود کارایی عوامل تولید در کشورهای مورد

مطالعه است. بنابراین ایجاد بستر مناسب برای جذب سرریز تحقیق و توسعه خارجی و اتخاذ سیاست‌های مناسب جهت گسترش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی می‌تواند یک راهبرد توسعه‌ای مناسب برای این کشورها باشد؛ در این راستا شرکت فعال کشورها در جهت یکپارچگی‌های اقتصادی مطلوب به طور دوجانبه علاوه بر رفع موانع تجاری و حرکت به سوی توازن تجاری باعث خلق بلوک‌های تجاری می‌شود که کسب حداکثر منافع ناشی از سرریز تحقیق و توسعه خارجی را برای کشورهای عضو در پی دارد.

همچنین نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است که متغیرهای نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، رشد موجودی سرمایه فیزیکی و رشد نیروی کار شاغل به عنوان عوامل مؤثر بر تابع تولید، الگوی رشد اقتصادی کوتاه‌مدت در کشور ایران را به نحوی معنادار و مثبت متأثر ساخته‌اند. ضریب به‌دست‌آمده برای متغیر رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه، $0/097$ و ضریب متغیر رشد موجودی سرمایه فیزیکی در الگوی رشد اقتصادی کوتاه‌مدت کشور ایران $0/46$ است. همچنین ضریب متغیر رشد نیروی کار شاغل در الگوی رشد اقتصادی کوتاه‌مدت کشور ایران $0/86$ است. بنابراین سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه، انباشت سرمایه فیزیکی و رشد نیروی کار شاغل افزون بر آنکه رشد اقتصادی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مسیر دستیابی کشور به اهداف توسعه اقتصادی را هموارتر می‌کند.

بنابراین با توجه به اسناد بالادستی از جمله سند چشم‌انداز در افق 1404 ، برنامه‌های پنج‌ساله و نقشه جامع علمی کشور ایران برای ایجاد رشد و توسعه پایدار و کاهش شکاف موجود در زمینه فناوری پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- اصلاح ساختار سیاست‌های کلان اقتصادی و هماهنگی سیاست‌های کلان اقتصادی با سیاست‌های پژوهشی به منظور ایجاد انگیزه در فعالین اقتصادی در راستای افزایش سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی در حد استانداردهای جهانی (دو تا سه درصد تولید ناخالص داخلی) مرکز توجه قرار گیرد.
- حمایت‌های قانونی لازم برای تشویق طرف‌های خارجی در قراردادهای بین‌المللی و سرمایه‌گذاری خارجی برای انتقال دانش فنی و انجام بخشی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه مربوطه در داخل کشور انجام شود.
- ارتباطات علمی با مراکز و نهادهای آموزشی و تحقیقاتی معتبر بین‌المللی از طریق راه‌اندازی مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی مشترک، برگزاری دوره‌های آموزشی و اجرای مشترک طرح‌های پژوهشی گسترش یابد.
- روابط تجاری با کشورهای توسعه‌یافته و پیشرفته صنعتی به منظور جذب سرریز R&D توسط آن کشورها از راه واردات نهادهای و کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای با تمرکز بر بومی‌سازی فناوری‌های پیشرفته خارجی و افزایش کیفیت و توانمندی تولیدات داخلی گسترش یابد.

سیاهه منابع
الف. کتب و مقالات
الف-۱. منابع فارسی

اشرف‌زاده، سیدحمیدرضا، و نادر مهرگان. *اقتصادسنجی پانل دیتا*، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

اشرف‌زاده، سیدحمیدرضا و نادر مهرگان. *اقتصادسنجی پانل دیتای پیشرفته*، چاپ اول، همدان: انتشارات نور علم، ۱۳۹۳.

انوشه، شهرزاد. «اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی به تفکیک بخش‌های سرمایه‌گذار (مطالعه موردی کشورهای

عضو سازمان کنفرانس اسلامی (OIC)»، *اقتصاد کاربردی* ۲، شماره ۷، زمستان ۱۳۹۰: ۵۹ - ۷۸.

بشارت، علی، رضا رنج‌پور و سید کمال صادقی. «بررسی مؤثرترین عوامل توضیح‌دهنده رشد اقتصادی در کشورهای سازمان

همکاری اسلامی: رهیافت حداکثر راست‌نمایی پانل بیزی»، *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، شماره ۳، (پاییز ۱۳۹۷):

۲۳۹-۲۶۳.

جمالی باقلعه، مرتضی، و احسان شفیع‌زاده. «رویکرد تحلیل مقایسه‌ای به تحقیق و توسعه در ایران و چند کشور پیشرفته»،

فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد ۳۱، شماره ۸ (تابستان ۱۳۹۱): ۲۳-۳۴.

حیدری، حسن، و بهرام سنگین آبادی. «تأثیر تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ایران»، *مجله تحقیقات اقتصادی* ۴۸، شماره ۲ (۱۳۹۲): ۱-۲۳.

دقیقی اصلی، علیرضا، جمشید پژویان، و سارا سادات حاج موسوی. «بررسی اثر هزینه‌های تحقیق و توسعه در بخش آموزش عالی بر رشد اقتصادی کشورهای اتحادیه اروپا»، *اقتصاد مالی* ۷، شماره ۲۴ (پاییز ۱۳۹۲): ۱۰۰-۷۳.

زمانیان، غلامرضا، محمدحسن فطرس، و الهام رضایی. «اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای ایران»، *فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی* ۵، شماره ۱۷ (۱۳۹۳): ۹۱-۱۰۸.

شاه‌آبادی، ابوالفضل، حسین سهرابی‌وفا و یونس سلمانی. «تأثیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی: شواهدی از کشورهای ایران، ترکیه و مالزی»، *فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی* ۶، شماره ۲۳ (تابستان ۱۳۹۵): ۷۵-۸۸.

محمدزاده اصل، نازی، رؤیا سیفی‌پور، و آزاده محرایان. «بررسی بازدهی تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی، با استفاده از روش رگرسیون کوانتیل»، *پژوهشنامه اقتصاد و کسب‌وکار* ۸، شماره ۱۵، (تابستان ۱۳۹۶): ۱۴-۱.

محمدی، تیمور و محمدرضا سلمانی. «آزمون الگوی رشد درون‌زا برای اقتصاد ایران بر اساس رهیافت VAR»، *پژوهشنامه اقتصادی* ۴، شماره ۱۵، (زمستان ۱۳۸۳): ۱۹۸-۱۶۹.

مهرگان، نادر و لیلی سلطانی صحت. «مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت»، *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان* ۲، شماره ۵ (بهار ۱۳۹۳): ۱۴-۱.

نظری، محسن و اصغر مبارک. «اثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه (R&D) بر بهره‌وری در صنایع ایران»، *پژوهشنامه اقتصاد کلان* ۷، شماره ۱۴ (اسفند ۱۳۹۱): ۱۷۴-۱۵۱.

نقدی، یزدان، سهیلا کاغذیان، نیکی محسنی‌فخر و هادی پرهیزی گشتی. «اثرات گسترش فناوری نانو تکنولوژی بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب»، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی* ۷، شماره ۲۱، (۱۳۹۲): ۹۹-۵۸.

نیکومرام، هاشم، فریدون رهنمای رود پستی و ایمان جوکار تنگ کرمی. «تبیین نقش تجارت خارجی و نوآوری از طریق دستیابی به تکنولوژی خارجی بر سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی کشور ایران»، *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، شماره ۲۰ (زمستان ۱۳۹۲): ۹۱-۱۰۸.

الف-۲. منابع لاتین

- Aghion, Philippe, and Peter Howitt. *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- Akcali Burcay, Yasar, and Elcinand Sismanoglu. "Innovation and the Effect of Research and Development (R&D) Expenditure on Growth in Some Developing and Developed Countries", *Journal of Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195, No. 3 (2015): 768-775.
- Bernard, Fingleton. "Equilibrium and Economic Growth: Spatial Econometric Models and Simulations." *Journal of Regional Science* 41, No. 1 (2001): 117-147.
- Coe, David T. and Elhanan Helpman. "International Research and Development Spillovers." *European Economic Review* 5, No. 39 (May 1995): 859-887.
- Freeman, Chris. *The Economics of Industrial Innovation*. England: Harmondsworth Penguin Books, 1974.
- Freimane, Rita, and Signe Balina. "Research and Development Expenditures and Economic Growth in the EU: A Panel Data Analysis. Economics and Business." *Economics and Business* 29, No.1 (2016): 5-11.
- Gabsi, Sahbi, and Ali Chkir. "Research and Development (R&D) Spillovers and Economic Growth: Empirical Validation in the Case of Developing Countries." *Journal of Economics and International Finance* 4, No. 5 (2012): 107-122.
- Grossman, Gene. M., and Elhanan Helpman. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- Jones, Charles I. "R&D-Based Models of Economic Growth." *Journal of Political Economy* 103, no. 4 (August 1995): 759-784.
- Kokko, Ari, Patrik Gustavsson Tingvall, and Josefin Videnord. "The growth effects of R&D spending in the EU: A meta analysis." *Economics, Open-Assessment E-Journal* 9, No. 40 (2015): 1-26.
- Lucas, Robert Jr. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22, No. 1 (1988): 3-42.

- Macys, Gediminas. “The Innovation and Economic Growth: The Situation in Baltic States, European Int.” *Journal of Science and Technology*2, no. 3 (2013): 197-209.
- Mastromarco, Camilla, and Sucharita Ghosh. “Foreign Capital, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for Developing Countries.” *World Development, Elsevier* 37, no. 2 (February 2009): 489-502.
- Pesaran, M. Hashem, Yongcheol Shin, and Ron P. Smith. “Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels.” *Journal of the American Statistical Association*94 (1999): 621–634.
- Romer, Paul M. “Endogenous Technological Change.” *Journal of Political Economy* 98, no. 5 (1990): 71-102.
- Romer, Paul M. “Increasing Return and Long Run Growth.” *Journal of Political Economy*, no. 94, (October 1986): 1002-1037
- Schultz, Theodore W. “Investment in human capital.” *The American Economic Review*51, no.1 (1961): 1-17.
- Tari, Recep and Mustafa Alabas. “The relationship between R&D expenditures and economic growth: the case of Turkey (1990-2014).” *Bolu Abant Izzet Baysal Universitesi Sosyal Bilimler Enstitusu Dergisi* 17, no. 2 (2017): 1-17.
- Tsaurai, Kunofiwa. “Scaling up innovation: does research and development have a role to play in economic growth? A case of Hungary.” *International Journal of Education Economics and Development*8, no.1 (2017): 65–77.
- Zafar, Muhammad Wasif, Muhammad Shahbaz, Fujun Hou, and Avik Sinha. “From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: The role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries.” *Journal of Cleaner Production*, no. 212 (2019): 1166-1178.

پیوست

خروجی نرم افزار استتا برای مدل PMG به تفکیک کشورهای مورد بررسی

(ترتیب کشورها در خروجی عبارتند از ۱. چین؛ ۲. هند؛ ۳. ایران؛ ۴. ژاپن؛ ۵. روسیه؛ ۶. آلمان؛ ۷. ایتالیا؛ ۸. کره جنوبی؛ ۹. مالزی؛ ۱۰. ترکیه)

D/dlngdp	Coef/	Std/ Err/	z	P>z	[95% Conf/	Interval]
dlngerd2	0/466705	0/048326	9/66	0	0/371987	0/561422
dlnc2	0/343293	0/046582	7/37	0	0/251995	0/434591
dlNL	-0/08601	0/147488	-0/58	0/56	-0/37508	0/203063
id_1						

ECT	-1/0052	0/293672	-3/42	0/001	-1/58079	-0/42962
D1/dlngerd2	-0/00222	0/201477	-0/01	0/991	-0/3971	0/392672
D1/dlnca2	0/144257	0/230965	0/62	0/532	-0/30843	0/59694
D1/dlnL	-3/92557	3/278387	-1/2	0/231	-10/3511	2/499956
_cons	-0/00068	0/000372	-1/82	0/068	-0/00141	5/05E-05
id_2						
ECT	-0/76367	0/226383	-3/37	0/001	-1/20737	-0/31996
D1/dlngerd2	0/073227	0/160125	0/46	0/647	-0/24061	0/387067
D1/dlnca2	0/133054	0/107194	1/24	0/215	-0/07704	0/343151
D1/dlnL	0/10314	0/306829	0/34	0/737	-0/49823	0/704513
_cons	0/000423	0/000298	1/42	0/156	-0/00016	0/001007
id_3						
ECT	0/053277	0/127696	0/42	0/677	-0/197	0/303556
D1/dlngerd2	0/097814	0/043163	2/27	0/023	0/013216	0/182413
D1/dlnca2	0/468776	0/12326	3/8	0	0/227192	0/710361
D1/dlnL	0/864386	0/413126	2/09	0/036	0/054674	1/674097
_cons	4/35E-05	0/000497	0/09	0/93	-0/00093	0/001017
id_4						
ECT	-0/71576	0/202453	-3/54	0	-1/11256	-0/31896
D1/dlngerd2	0/012018	0/236828	0/05	0/96	-0/45216	0/476194
D1/dlnca2	0/320953	0/234255	1/37	0/171	-0/13818	0/780084
D1/dlnL	-0/80515	0/507666	-1/59	0/113	-1/80016	0/189855
_cons	2/66E-05	0/000189	0/14	0/888	-0/00034	0/000397
id_5						
ECT	-0/61786	0/194077	-3/18	0/001	-0/99824	-0/23748
D1/dlngerd2	-0/12534	0/131508	-0/95	0/341	-0/38309	0/132416
D1/dlnca2	0/423019	0/136657	3/1	0/002	0/155176	0/690862
D1/dlnL	0/780614	0/428898	1/82	0/069	-0/06001	1/621239
_cons	0/000357	0/000367	0/97	0/332	-0/00036	0/001077
id_6						
ECT	-0/68641	0/207847	-3/3	0/001	-1/09378	-0/27904
D1/dlngerd2	0/02572	0/132049	0/19	0/846	-0/23309	0/28453
D1/dlnca2	0/256528	0/132956	1/93	0/054	-0/00406	0/517116
D1/dlnL	-0/06851	0/311189	-0/22	0/826	-0/67842	0/541413
_cons	-9/9E-05	0/000143	-0/69	0/489	-0/00038	0/000181
id_7						
ECT	-0/70874	0/28963	-2/45	0/014	-1/2764	-0/14107
D1/dlngerd2	0/113115	0/156938	0/72	0/471	-0/19448	0/420707
D1/dlnca2	0/164995	0/145463	1/13	0/257	-0/12011	0/450097
D1/dlnL	-0/00356	0/186839	-0/02	0/985	-0/36976	0/362636
_cons	-7/2E-05	0/000148	-0/49	0/627	-0/00036	0/000218

id_8						
ECT	-1/15432	0/180597	-6/39	0	-1/50828	-0/80035
D1/dlngerd2	-0/25685	0/11083	-2/32	0/02	-0/47407	-0/03962
D1/dlnca2	0/222271	0/10209	2/18	0/029	0/022178	0/422363
D1/dlnL	-0/03554	0/242312	-0/15	0/883	-0/51046	0/439383
_cons	-0/00059	0/000265	-2/24	0/025	-0/00111	-7/5E-05
id_9						
ECT	-0/89995	0/24338	-3/7	0	-1/37697	-0/42293
D1/dlngerd2	-0/05656	0/161946	-0/35	0/727	-0/37397	0/260849
D1/dlnca2	0/190721	0/182688	1/04	0/296	-0/16734	0/548782
D1/dlnL	-0/15409	0/996069	-0/15	0/877	-2/10635	1/798169
_cons	-0/00097	0/000663	-1/47	0/141	-0/00227	0/000325
id_10						
ECT	-1/10649	0/198831	-5/56	0	-1/49619	-0/71678
D1/dlngerd2	-0/21861	0/082055	-2/66	0/008	-0/37943	-0/05778
D1/dlnca2	0/08612	0/08417	1/02	0/306	-0/07885	0/251089
D1/dlnL	-0/48138	0/248271	-1/94	0/053	-0/96799	0/00522
_cons	-0/00101	0/00037	-2/74	0/006	-0/00174	-0/00029



The Effects of Research & Development Expenditures on Economic Growth using PMG and MG (A Case Study of Iran and the Selected Business Partners)

Elaheh Bohloolvand*
Asaad Shemshadi**

DOI: 10.22096/esp.2022.135362.1401

[Received Date: 24/08/2020

Acceptance Date: 05/11/2023]

Abstract

Today, one of the important issues in macroeconomic planning of countries is investing in research and development (R&D). Considering that the cost of this type of investment is significant, it is important for policymakers to assess the effects of R&D spending on economic growth and its real return. Therefore, this study analyzes the effect of R&D expenditures on economic growth for Iran and its selected business partners during the years (2001-2018) using the pooled mean group (PMG) method. The results show that in the long run, R&D expenditures Growth with a coefficient of 0.46 has a positive and significant effect on economic growth of countries. In addition, the variables of physical capital stock growth and employed labor force growth have been used in the model and the results indicate that there is a long-term causal relationship between these variables and economic growth. short-term results for Iran indicate that the variables of R&D expenditures growth, physical capital stock growth and employed labor force growth have significant effects on Iran's economic growth in the period under review; Therefore, In order to achieve continuous and sustainable economic growth, it is necessary to increase the credits of the R&D sector in all economic sub-sectors while increasing the quality and quantity of factors of production.

Keywords: Research & Development; Gross Expenditure on R&D; Economic Growth; Panel Data; Pooled Mean Group (PMG).

JEL Codes: O11, O32, C23

* Ph.D. Student in Economics, Faculty of Economics and Management, University of Qom, Qom, Iran.(Corresponding Author) Email: ebohloolvand@yahoo.com

** Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Arak University of Technology, Arak, Iran.

Email: Shemshadi@arakut.ac.ir

Bibliography

- Aghion, Philippe, and Peter Howitt. *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- Akcali Burcay, Yasar, and Elcinand Sismanoglu. "Innovation and the Effect of Research and Development (R&D) Expenditure on Growth in Some Developing and Developed Countries", *Journal of Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195, No. 3 (2015): 768-775.
- Anousheh, Shahrzad. "The Effect of R & D Expenditure on Economic Growth to Separate Sections of the Investor (Case Study of OIC Countries)." *Quarterly Journal of Applied economics* 2, no. 7(2011): 59-78. [In Persian]
- Ashrafzadeh, Hamidreza, and Nader Mehregan. *Advanced Panel Data Econometrics*. Hamedan: Noure Elm, 2014. [In Persian]
- Ashrafzadeh, Hamidreza, and Nader Mehregan. *Panel Data Econometrics*. Tehran: Tehran University Publications, 2008. [In Persian]
- Bernard, Fingleton. "Equilibrium and Economic Growth: Spatial Econometric Models and Simulations." *Journal of Regional Science* 41, No. 1 (2001): 117-147.
- Besharat, Ali, Reza Ranjpour, and Seyyed Kamal, Sadeghi. "The Study of the Most Effective Factors Explaining Economic Growth in OIC Countries: Bayesian Panel Likelihood Ppproach." *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics* 5, no. 3 (2018): 239-263. [In Persian]
- Coe, David T. and Elhanan Helpman. "International Research and Development Spillovers." *European Economic Review* 5, No. 39 (May 1995): 859-887.
- Daghighi Asli, Alireza, Pajooyan Jamshid, and Sara Sadat Haj Mousavi. "The Effect of R&D Expenditure in Higher Education Sector on Economic Growth in Europe Union Countries." *Journal of Financial Economics* 7, no. 24(January 2014): 73-100. [In Persian]
- Freeman, Chris. *The Economics of Industrial Innovation*. England: Harmondsworth Penguin Books, 1974.
- Freimane, Rita, and Signe Balina. "Research and Development Expenditures and Economic Growth in the EU: A Panel Data Analysis. Economics and Business." *Economics and Business* 29, No.1 (2016): 5-11.
- Gabsi, Sahbi, and Ali Chkir. "Research and Development (R&D) Spillovers and Economic Growth: Empirical Validation in the Case of Developing Countries." *Journal of Economics and International Finance* 4, No. 5 (2012): 107-122.
- Grossman, Gene. M., and Elhanan Helpman. *Innovation and Growth in the Global Economy*." Cambridge, MA: MIT Press, 1991.

- Heidari, Hasan, and Bahram Sanginabadi. "The Effect of R&D on Economic Growth in Iran." *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)* 48, no. 2 (2013): 1-23. [In Persian]
- Jamali, Paghalue, Morteza, and Ehsan Shafieezadeh. "Comparative Analytic Approach to Research & Development in Iran and Some Developed Countries." *Journal of Roshde Fannavari* 31, no. 8 (2012):23-34. [In Persian]
- Jones, Charles I. "R&D-Based Models of Economic Growth." *Journal of Political Economy* 103, no. 4 (August 1995): 759-784.
- Kokko, Ari, Patrik Gustavsson Tingvall, and Josefin Videnord. "The growth effects of R&D spending in the EU: A meta analysis." *Economics, Open-Assessment E-Journal* 9, no. 40 (2015): 1-26.
- Lucas, Robert Jr. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22, no. 1 (1988): 3-42
- Macys, Gediminas. "The Innovation and Economic Growth: The Situation in Baltic States, European Int." *Journal of Science and Technology* 2, no. 3 (2013): 197-209.
- Mastromarco, Camilla, and Sucharita Ghosh. "Foreign Capital, Human Capital and Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis for Developing Countries." *World Development, Elsevier* 37, no. 2 (February 2009): 489-502.
- Mehregan, Nader, and Leili Soltani Sehat. "R&D costs and total factor productivity of industrial sector." *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies* 2, no. 5(2014): 1-14. [In Persian]
- Mohammadi, Teimour, and Mohammadreza. Salmani. "Testing The Endogeneous Growth Model for Iran Economy (Based On VAR)." *Economics Research* 4, no. 15(2004): 169-198. [In Persian]
- Mohammadzadeh Asl, Nazi, Roya, Seifi Pour, and Azade. Mehrabian. "The Impact of the Return of Research and Development on Economic Growth (Using Regression Quintiles Model)." *Journal of Economics and Business Research* 8, no. 15 (2017): 1-14. [In Persian]
- Naghdi, Yazdan, Soheila. Kaghazian, Niki. Mohsni fakhr and Hadi. Parhizi Gashti. "Effects of Nano-Technology on Economic Growth in Selected Countries." *Economical Modeling* 7, no. 21 (2015): 85-99. [In Persian]
- Nazari, Mohsen and Asghar Mobarak. "The effect of research and development (D & R) investment on productivity in Iranian industries." *Macroeconomics Research Letter* 7, no 14 (2013): 151-174. [In Persian]
- Nikoomaram, Hashem, Fereidoun Rahnamai Roudposhti, Iman Jokar Tang Karami. "Explaining the role of foreign trade and innovation through the acquisition of foreign technology on investment and economic growth of Iran." *Financial Knowledge of Securities Analysis* 6, no. 20 (2013): 91-108. [In Persian]

- Pesaran, M. Hashem, Yongcheol Shin, and Ron P. Smith. "Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels." *Journal of the American Statistical Association* 94 (1999): 621–634.
- Romer, Paul M. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98, no. 5 (1990): 71-102.
- Romer, Paul M. "Increasing Return and Long Run Growth." *Journal of Political Economy*, no. 94, (October 1986): 1002-1037
- Schultz, Theodore W. "Investment in human capital." *The American Economic Review* 51, no.1 (1961): 1-17.
- Shahabadi, Abolfazl, Hosein Sohrabi Vafa, and Younes Salmani. "Role of R&D Activities and Physical Stock on Economic Growth: Evidence from Iran, Turkey and Malaysia." *Economic Growth and Development Research* 6, no.23 (2016): 88-75. [In Persian]
- Tari, Recep and Mustafa Alabas. "The relationship between R&D expenditures and economic growth: the case of Turkey (1990-2014)." *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 17, no. 2 (2017): 1-17.
- Tsaurai, Kunofiwa. "Scaling up innovation: does research and development have a role to play in economic growth? A case of Hungary." *International Journal of Education Economics and Development* 8, no.1 (2017): 65–77.
- Zafar, Muhammad Wasif, Muhammad Shahbaz, Fujun Hou, and Avik Sinha. "From nonrenewable to renewable energy and its impact on economic growth: The role of research & development expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation countries." *Journal of Cleaner Production*, no. 212 (2019): 1166-1178. [In Persian]
- Zamanian, Gholamreza, Mohammad Hasan, Fotros, and Elham Rezaei. "Impact of Research and Development Spillovers on the Total Factor Productivity of Iranian Manufacturing Industries." *Economic Growth and Development Research* 5, no.17 (2014): 91-108. [In Persian]