

تأثیر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی بر رشد اقتصادی: شواهدی از کشورهای ایران، ترکیه و مالزی

*ابوالفضل شاه آبادی^۱، حسین سهرابی وفا^۲، یونس سلمانی^۳

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه علامه طباطبائی

۳. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس

(دریافت: ۱۳۹۴/۲/۸ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۱)

Role of Research and Development (R&D) Activities and Physical Stock on Economic Growth: Evidence from Iran, Turkey and Malaysia

*Abolfazl Shahabadi¹, Hossein Sohrabivafa², Yunes Salmani³

1. Associate Professor, Faculty of Economics and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2. Ph.D. Candidate of Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

3. Ph.D. Candidate of Economics, Tarbiat modares University, Tehran, Iran

(Received: 28/April/2015

Accepted: 12/Sep/2015)

Abstract:

The recent economic growth theories believe that the innovation developed in response to economic incentives is the main engine of technological progress and economic growth traditionally. Thus this study investigates the role of capital and R&D activities in Iran, Turkey and Malaysia with distributed lag regression during 1981-2012. The result indicates that in the long term, in Malaysia, impact of R&D activities, is sustainable and more stable on economic growth in comparison with Iran and Turkey. Also the R&D investment compared with physical capital has a greater impact on economic growth in Turkey and Iran.

Keywords: Economic Growth, Research and Development, Physical Capital, Almon, Innovation.

JEL: F23, F36, F43.

چکیده:

نظریه‌های اخیر رشد اقتصادی ابداعات حاصل از تحقیق و توسعه را موتور اصلی پیشرفت فناوری و رشد اقتصادی می‌دانند. بر این اساس، مطالعه حاضر تأثیر سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی بر اقتصاد کشورهای ایران، ترکیه و مالزی را با استفاده از روش رگرسیون با وقفه‌های توزیعی طی دوره زمانی ۱۹۸۱-۲۰۱۲ مدل‌سازی و مقایسه می‌کند. نتایج 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.

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، تحقیق و توسعه، سرمایه فیزیکی، آلمون، نوآوری.

طبقه‌بندی JEL: F23, F36, F43.

۱. مقدمه

نسبی ملت‌ها در تجارت جهانی و رشد و توسعه اقتصادی از دست داده است، و کاملاً این امر برجسته شده است که بدون توجه به توسعه علمی و فنی از طریق سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه، برنامه‌ریزی برای توسعه اقتصادی و به تبع آن دستیابی به مرز توسعه یافتگی و تداوم توسعه غیرممکن می‌باشد، به طوری که بر اساس مطالعات صورت گرفته، حدود ۹۰٪ از فعالیت‌های تحقیق و توسعه جهان در کشورهای گروه هفت (G7) متمرکز است (کو و هلپمن^۳، ۱۹۹۳: ۴۱۷)، و این کشورها دارای نرخ رشد مستمر اقتصادی طی چند دهه گذشته بوده‌اند؛ در مقابل کشورهایی که دارای فعالیت‌های تحقیق و توسعه ناچیزی بوده‌اند، ولی دارای عوامل سنتی فراوان همچون نیروی کار ارزان و سرمایه فیزیکی قابل توجهی بوده‌اند، نرخ‌های رشد اقتصادی پایین و بی‌ثبات را تجربه کرده‌اند؛ لذا می‌توان ادعا کرد سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه و در نتیجه سرمایه تحقیق و توسعه منجر به رشد و توسعه اقتصادی مستمر و باثبات می‌شود و تأثیر آن به مراتب بیشتر از سرمایه فیزیکی است. برای آزمون این ادعا، در مطالعه حاضر، تأثیر سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی در رشد اقتصادی طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۱ در کشورهای ایران، ترکیه و مالزی بررسی و مقایسه شده است. شایان ذکر است در این راستا توجه به مدل‌سازی این تاثیرات از اهمیت دوچندان برخوردار است. وجه تمایز مطالعه حاضر از مطالعات صورت گرفته داخلی در شیوه مدل‌سازی فرایند تأثیرگذاری سرمایه فیزیکی و تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی است. تفاوت دیگر نیز مقایسه سه کشور ایران، ترکیه و مالزی است.

در ادامه؛ در بخش دوم، مبانی نظری و مطالعات تجربی در زمینه تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی ارائه شده است، بخش سوم به روش‌شناسی تحقیق اختصاص داده شده است. در بخش چهارم، مدل تحقیق ارائه شده و سپس براساس نتایج تخمین، نتایج مقایسه و تحلیل شده است و در نهایت در بخش پنجم، جمع‌بندی و پیشنهادات ارائه شده است.

۲. مبانی نظری و مطالعات تجربی

مدل‌های رشد اقتصادی را می‌توان به‌طور کلی در دو دسته

تحقیق و توسعه (R&D)، از مقولات مهم اقتصادی است که سبب رشد فناوری می‌گردد. زیرا تحقیق و توسعه، پایگاه اصلی نوآوری و تغییرات فنی در فرآیند تولید است و از این‌رو تأثیر به‌سزایی در توسعه فناوری و افزایش ظرفیت‌های تولید دارد (پورعبادالهیان کویج و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). تحقیق و توسعه هم از طریق افزایش نوآوری و هم از طریق تقویت ظرفیت جذب، رشد بهره‌وری را افزایش داده و به تبع آن، رشد اقتصادی را منجر می‌شود. زمانی که فناوری در کشورهای درحال توسعه به مرز فناوری^۱ کشورهای پیشرفته نزدیک می‌شود، بازدهی فناوریانه کاهش می‌یابد و در مقابل، اهمیت نوآوری در کاهش شکاف فناوری افزایش می‌یابد (ربیعی، ۱۳۸۷: ۳۶). امروزه نظر غالب این است که تأمین اعتبارات تحقیق و توسعه و ایجاد انگیزه برای فعالین اقتصادی یک عامل بسیار مهم در تقویت ابداعات (نوآوری) است (زمانیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۹۱). فرضیه عمومی این است که ابداعات بیشتر، منجر به اختراعات ثبت شده بیشتر می‌شود و کاهش تعداد اختراعات ثبت شده، نشانه کاهش فعالیت‌های ابتکاری و علامت‌کننده بهره‌وری به دلیل فرسودگی امکانات اختراع کردن است. اختراعات ثبت شده اغلب به عنوان محصول نهایی سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه مورد بررسی قرار می‌گیرد (شاکری و ابراهیمی‌سالاری، ۱۳۸۸: ۹۰). به عنوان یک شاهد تجربی؛ مایرسن و محن^۲ (۲۰۰۱: ۱۹)، در سطح داده‌های بنگاه‌ها نشان دادند یک درصد افزایش در فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بخش‌های دارای فناوری بالاتر، تا ۲۰ درصد امکان نوآوری و اختراع را افزایش می‌دهد، همچنین برای بخش‌های دارای فناوری پایین این سهم و اثر بیشتر و قوی‌تر است. در واقع؛ هزینه‌های تحقیق و توسعه، به شکل ابداع و تغییرات فنی در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فنی جوامع اثر می‌گذارد و آنها را متحول می‌نماید و در بهره‌وری نهاده‌های تولید نیز مؤثر واقع می‌شود و عمدتاً نیز از همین طریق، مخارجی که صرف سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه می‌شود؛ تأثیر اساسی در رشد اقتصادی ایفاء می‌نماید.

امروزه برخورداری از منابع اولیه و حتی نیروی کار ارزان و سرمایه فیزیکی به مرور زمان اهمیت خود را به عنوان مزیت

1. Technology Frontier

2. Mairesse & Mohen

3. Coe & Helpam (1993)

می‌تواند از طریق گسترش زمینه‌های تحقیق و توسعه، انتشار علم و دانش، و توسعه سرمایه انسانی، افزایش تخصص و کاهش هزینه‌های تولید ناشی از توسعه فناوری حاصل شود. در مطالعات مذکور منشأ رشد اقتصادی ناشی از تغییرات درون‌زای فناوری است که خود این تغییرات از طریق انتشار و استفاده پی‌درپی از نتایج تحقیق و توسعه، نوآوری و پیشرفت فناوری حاصل می‌شود (شاه‌آبادی و رحمانی، ۱۳۸۷: ۳).

گرلیچیز^۶ (۱۹۸۰ و ۱۹۸۶)، لینک^۷ (۱۹۸۱) و شرر^۸ (۱۹۸۲) به بررسی ارتباط تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی پرداختند. نتیجه این مطالعات بیانگر ارتباط مثبت و معنادار بین فعالیت‌های تحقیق و توسعه و رشد تولید است. لینک (۱۹۸۱) و شرر (۱۹۸۲) به بررسی رابطه تحقیق و توسعه با میزان تولید واحدهای تولیدی در مورد کشور آمریکا پرداختند که نتایج آن بیانگر ارتباط بین رشد تحقیق و توسعه و رشد تولید واحدهای تولیدی است و همچنین نرخ بازدهی تحقیق و توسعه حدود ۵٪ درصد تخمین زده شده است. نتایج تحقیقات بارو و سالای مارتین^۹ (۱۹۹۵)، ورسپاگن^{۱۰} (۱۹۹۷)، گومولکا^{۱۱} (۱۹۹۰)، جی ویک^{۱۲} (۱۹۸۴)، لونارد^{۱۳} (۱۹۷۱) و برنج^{۱۴} (۱۹۷۴) نیز بیانگر ارتباط معنادار بین سرمایه تحقیق و توسعه داخلی و رشد اقتصادی است.

گرلیچیز به بررسی تاثیر نرخ بازده سرمایه تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری بخش صنعت ساخت ایالات متحده آمریکا طی دهه ۱۹۷۰ می‌پردازد. نتایج تحقیق بیانگر ارتباط مثبت و معنی‌دار مابین نرخ رشد بهره‌وری و نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه است (گرلیچیز، ۱۹۸۰: ۳۴۵).

لیچتنبگ^{۱۵} به بررسی تأثیر تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی پرداخته و بیان می‌دارد، سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه اثر مثبت بر رشد اقتصادی و بهره‌وری دارد. وی با تفکیک سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بخش دولتی از بخش خصوصی، نشان داد بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه

برون‌زا^۱ و درون‌زا^۲ مورد بررسی قرار داد. مدل‌های رشد برون‌زا با در نظر گرفتن کمیت و کیفیت عوامل مؤثر در تولید یعنی نیروی کار و سرمایه، به مدل‌سازی و بررسی رشد اقتصادی می‌پردازند که این رویکرد خالی از اشکال نبوده و یکی از اشکالات عمده وارده بر این دیدگاه را می‌توان عدم توجه به امکان رشد پویای اقتصادی در بلندمدت دانست، چرا که در این رویکرد، رشد مستمر و باثبات تولید به ازای هر واحد نیروی کار به رشد فناوری وابسته شده که آن نیز به صورت برون‌زا و خارج از مدل در نظر گرفته شده است (رومر^۳، ۲۰۰۶: ۲۵). از اواسط دهه ۸۰ میلادی دیدگاه‌های جدیدی با ارائه مدل‌های بهتری در جهت بیان جامع‌تر فرایند رشد اقتصادی با تأکید بر حذف بازدهی نزولی مطرح شد، که سعی در اصلاح مدل‌های رشد نئوکلاسیک داشتند. در این مدل‌ها که با عنوان مدل‌های رشد درون‌زا شناخته می‌شوند دانش و فناوری به صورت درون‌زا در نظر گرفته شده و زمینه بازدهی غیرنزولی را فراهم می‌کنند. برای اولین بار مدل رشد درون‌زای مبتنی بر تحقیق و توسعه از سوی رومر در سال ۱۹۹۰ ارائه شد. به منظور درون‌زا در نظر گرفتن دانش و تغییرات فناوری، در این الگو بخش تحقیق و توسعه نیز در مدل لحاظ می‌شود. مدل رشد درون‌زا از دو بخش اصلی با عنوان بخش تحقیق و توسعه و بخش تولید کالاهای نهایی تشکیل شده است (همان: ۱۷).

همان‌گونه که در مدل‌های رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلپمن^۴ (۱۹۹۱) و آقیون و هوویت^۵ (۱۹۹۲) دیده می‌شود، پیشرفت فنی از تلاش برای اختراع و ابداع نتیجه می‌شود، در نتیجه ابداع، موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود. بنابراین می‌توان بیان کرد چرا تحقیق و توسعه از عوامل مهم تولید بوده و تجربه موجود در پیشرفت اقتصادی جهان نشان می‌دهد همراه با افزایش سرمایه تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی نیز افزایش داشته است.

رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلپمن (۱۹۹۱) و آقیون و هوویت (۱۹۹۲) الگوهای رشدی را طراحی نمودند که حتی در شرایط ثابت بودن سرمایه فیزیکی و نیروی کار، می‌توانند نشان‌دهنده رشد اقتصادی باشند. آنها نشان دادند رشد اقتصادی

6. Griliches (1980, 1986)

7. Link (1981)

8. Scherer (1982)

9. Barro & Sala-i-Martin (1995)

10. Verspagen (1997)

11. Gomulka (1990)

12. Geweke (1984)

13. Leonard (1971)

14. Branch (1974)

15. Lichtenberg (1992)

1. Exogenous Growth Models

2. Endogenous Growth Models

3. Romer (2006)

4. Grossman & Helpman (1991)

5. Aghion & Howitt (1992)

هسی و همکاران^۵ به مقایسه نرخ بازده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه با نرخ بازده تشکیل سرمایه ثابت در صنایع شیمیایی و غذایی طی دهه ۱۹۹۰ پرداخته و بیان می‌دارند نرخ بازده تحقیق و توسعه ۰/۱۹ است. در حالی که نرخ بازده سرمایه‌گذاری فیزیکی در دامنه ۹ تا ۱۱ درصد است. همچنین سرمایه‌گذاری فعالیت‌های تحقیق و توسعه نسبت به سرمایه‌گذاری فیزیکی تأثیر تعیین‌کننده‌تری در رشد ارزش افزوده صنایع فوق‌الذکر ایفا می‌کند (هسی و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۴۲).

مونت و پاپاگنی^۶ به ارزیابی تأثیر تحقیق و توسعه بر رشد ارزش افزوده ۸۸۴ بنگاه در اقتصاد ایتالیا طی دوره ۱۹۸۶-۹۷ پرداخته‌اند و بیان می‌دارند نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه ۴۹ درصد است (مونت و پاپاگنی، ۲۰۰۳: ۱۰۱۰).

بیل باو و رودریگز^۷ به بررسی ارتباط مابین سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه و ابداع و ارتباط مابین ابداع و رشد اقتصادی برای ۹ کشور اروپایی طی دوره ۱۹۹۸-۱۹۹۰ پرداخته و بیان می‌دارند فعالیت‌های تحقیق و توسعه منجر به ابداع شده و از این طریق می‌تواند بر رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه اثر بگذارد. نتایج نهایی حاکی از این است که نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه بخش خصوصی و بخش عمومی به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۰۶ است (بیل باو و رودریگز، ۲۰۰۴: ۴۳۷).

والوین^۸ در مطالعه‌ای به آزمون نرخ بازده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بخش دولتی در بخش الکتریسته کشور فنلاند طی دوره ۲۰۰۱-۱۹۹۰ پرداخته و بیان می‌دارد نرخ بازده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در بخش الکتریسته کشور فنلاند ۰/۶۶ است (والوین، ۲۰۰۷: ۳۳۹).

کاردوسو و تگزیرا^۹ با مروری بر مطالعات انجام شده در خصوص نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه در سطح کلان، بخشی و خرد بیان می‌دارند نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه در سطح کلان، بخشی و خرد به ترتیب در دامنه (۶ تا ۶۶ درصد)، (۱۹ تا ۴۵/۷ درصد) و (۲۷ تا ۴۹) درصد بوده است (کاردوسو و تگزیرا، ۲۰۰۹: ۱۶).

حسن‌زاده و حیدری (۱۳۸۰) با استفاده از داده‌های تابلویی

با تأخیر بر نرخ رشد تولید و سطح بهره‌وری اثر مثبت دارد و نرخ بازده اجتماعی تخمین زده شده سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه خصوصی، حدود هفت برابر بزرگ‌تر از نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری در تجهیزات و ساختار است (لیچنتبرگ، ۱۹۹۲: ۱).

پارک^۱ به محاسبه نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی و خارجی در اقتصادهای شرق آسیا پرداخته است. بر اساس نتایج این مطالعه نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی برای سه کشور تازه صنعتی شده (کره جنوبی، سنگاپور و تایوان حدود ۴۹/۷ تا ۸۷/۱ درصد در سال ۱۹۹۱) بزرگ‌تر از کشورهای G7 است در حالی که نرخ بازده کشور ژاپن و کشورهای G7 غیرآسیایی به ترتیب ۲۴/۳ و ۲۰/۵ درصد است. البته نتایج بیانگر روند کاهشی نرخ بازده برای سه کشور تازه صنعتی شده است که به سطح نرخ بازده تحقیق و توسعه کشورهای G7 همگرایی دارد.^۲ نرخ بازده تحقیق و توسعه خارجی برای سه کشور تازه صنعتی شده نیز در دامنه ۰/۵ تا ۱ درصد است در حالی که نرخ بازده سرمایه تحقیق و توسعه گروه هفت حدود ۲/۷ تا ۳/۲ درصد است. بر اساس نتایج این مطالعه نرخ بازده سرمایه فیزیکی نسبت به سرمایه تحقیق و توسعه پایین‌تر است، به گونه‌ای که در سایر مطالعات نیز بدان اشاره شده است (پارک، ۱۹۹۵: ۵۸۹).

کو و هلپمن^۴ به بررسی ارتباط مابین تحقیق و توسعه داخلی و خارجی با رشد بهره‌وری کل عوامل و رشد اقتصادی ۲۱ کشور عضو OECD طی دوره ۱۹۹۰-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار مابین تحقیق و توسعه داخلی و خارجی با بهره‌وری کل عوامل و رشد اقتصادی است و همچنین بیان می‌دارند نرخ بازده تحقیق و توسعه داخلی در کشورهای G7 و سایر کشورهای عضو OECD به ترتیب ۰/۲۳۴ و ۰/۰۷۸ است (کو و هلپمن، ۱۹۹۵: ۸۸۳).

1. Park (1995)

۲. پارک (۱۹۹۵) متوسط نرخ بازده تحقیقات داخلی بخش خصوصی برای کشورهای عضو OECD، را ۴۴٪ محاسبه کرد. گرلیچز و لیچنتبرگ (۱۹۸۴) نرخ بازده سرمایه‌گذاری R&D بخش خصوصی در بخش صنایع اقتصاد آمریکا را طی دوره ۱۹۷۶-۱۹۶۴ حدود ۷۴/۶۳-۴۲/۸۴ درصد تخمین زدند.

۳. مطالعه Park (1995) و Griliches and Lichtenberg (1984) را ببینید.

4. Coe & Helpman (1995)

5. Hsieh et al. (2003)

6. Monte & Papagni (2003)

7. Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose (2004)

8. Walwyn (2007)

9. Cardose & Teixeira (2009)

اقتصادی پایدار و بالا را فراهم نکرده و ادوار تجاری اقتصاد ایران را تحت تأثیر شوک‌های داخلی سیاست‌های مالی دولت و شوک‌های خارجی ارز حاصل از صادرات نفت شکل می‌دهد. بنابراین تعیین‌کننده‌های رشد اقتصادی ایران به علت ماهیت برون‌زا بودن، نوسانات کوتاه‌مدتی را در تولید ایجاد نموده‌اند ولی رشد بالای بلندمدتی را در اقتصاد ایران باعث نشده‌اند (درگاهی و قدیری، ۱۳۸۲: ۳۱).

۳. روش‌شناسی تحقیق

با توجه به مبانی نظری و مطالعات تجربی صورت گرفته در مورد تأثیر سرمایه فیزیکی و سرمایه تحقیق و توسعه رابطه (۱) به عنوان تابع اولیه تولید در نظر گرفته شده است:

$$GDP_{it} = f(L_{it}, K_{it}, R \& D_{it}) \quad (۱)$$

در رابطه بالا GDP_{it} ، L_{it} ، K_{it} و $R \& D_{it}$ به ترتیب نشان دهنده تولید ناخالص داخلی، نیروی کار، سرمایه فیزیکی و سرمایه تحقیق و توسعه در سال t است. اگر رابطه (۱) برحسب هر واحد نیروی کار بیان شود:

(۲)

$$(GDP_{it} / L_{it}) = f((K_{it} / L_{it}), (R \& D_{it} / L_{it}))$$

$$(GDPL_{it}) = f(KL_{it}, R \& DL_{it}) \quad (۳)$$

در رابطه فوق $GDPL_{it}$ ، KL_{it} و $R \& DL_{it}$ به ترتیب نشان دهنده تولید ناخالص داخلی به ازای هر واحد نیروی کار، سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار و سرمایه تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار است.

بر اساس شواهد موجود اولاً؛ به دلیل اینکه مدت زمان تکمیل طرح‌های تحقیق و توسعه زمان بر هستند و این طرح‌ها با وقفه زمانی منجر به نوآوری و فناوری جدید می‌شوند و همچنین معرفی و به‌کارگیری این نوآوری‌ها و فناوری‌ها در اقتصاد نیز زمان‌بر است، افزایش سرمایه تحقیق و توسعه از طریق سرمایه‌گذاری در این بخش با تاخیر زمانی بر تولید ناخالص داخلی تأثیر می‌گذارد. ثانیاً؛ به علت ناشناخته بودن فناوری جدید حاصل از تحقیق و توسعه و زمان‌بر بودن تطبیق آنها با شرایط محیطی، در سال‌های اولیه تأثیر افزایش سرمایه تحقیق و توسعه بر تولید ناخالص داخلی اندک است ولی در طی سال‌های بعدی با افزایش به‌کارگیری محصول حاصل از

به بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر نرخ رشد تولید ناخالص ملی در گروه کشورهای با درآمد بالا و کشورهای با درآمد پایین در دوره زمانی ۱۹۹۵-۱۹۹۱ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که کشش رشد اقتصادی نسبت به مخارج تحقیق و توسعه در کشورهای درحال توسعه بالاست و بازده نهایی مخارج تحقیق و توسعه مثبت و تقریباً شش برابر بازده نهایی سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی است (حسن‌زاده و حیدری، ۱۳۸۰: ۷۶).

شاه‌آبادی به بررسی نرخ بازدهی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری فیزیکی در اقتصاد طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۳۸ می‌پردازد. نتایج دلالت می‌کند نیروی کار، سرمایه‌گذاری فیزیکی و سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه اثر مهمی بر رشد اقتصادی ایران دارند. نتایج تخمین پیشنهاد می‌کند نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه چندین برابر نرخ بازده سرمایه‌گذاری فیزیکی است. نتایج بیانگر آن است که علی‌رغم بالاتر بودن ضریب سرمایه‌گذاری فیزیکی نسبت به سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه، میانگین نرخ بازده سرمایه‌گذاری فیزیکی و سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه در کوتاه‌مدت به ترتیب ۰/۴۷ و ۳/۹۵ بوده است و همچنین میانگین نرخ بازده سرمایه‌گذاری فیزیکی و سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بلندمدت به ترتیب ۰/۸۴ و ۶۶/۲ بوده است (شاه‌آبادی، ۱۳۹۱: ۱۹۲).

سیدنورانی و جلال‌آبادی به بررسی تأثیر مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی ایران در قالب مدل‌های رشد اقتصادی درون‌زا مبتنی بر تحقیق و توسعه طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۴۹ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آزمون مدل‌های اقتصادسنجی نشان داد به لحاظ آماری سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (مخارج تحقیقاتی) اثر معنی‌داری بر رشد اقتصادی ایران طی دوره مورد بررسی داشته است (سیدنورانی و جلال‌آبادی، ۱۳۸۱: ۴۹).

درگاهی و قدیری به تجزیه و تحلیل عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی ایران پرداخته‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد مخارج دولت و درآمدهای ارزی نفت، به عنوان تنها عوامل مؤثر و توضیح‌دهنده رشد اقتصادی ایران بوده و متغیرهای مؤثر بر سرمایه انسانی مورد بحث در الگوی رشد درون‌زا چون آموزش، تحقیق و توسعه و بهره‌وری تأثیر چندانی بر رشد اقتصادی ایران ندارند. تداوم چنین ساختاری امکان تحقق رشد

$$Y_t - \lambda Y_{t-1} = \beta_0 - \lambda \beta_1 + \beta_1 X_t - \lambda \beta_1 X_{t-1} + \lambda \beta_1 X_{t-1} \dots - \lambda^n \beta_1 X_{t-k} + \lambda^n \beta_1 X_{t-k} + \dots - \lambda u_t + u_t \quad (5)$$

در نهایت الگوی فوق به صورت رابطه خودرگرسیو زیر خلاصه می‌شود:

$$Y_t = \beta_0(1 - \lambda) + \beta_1 X_t + \lambda Y_{t-1} + w_t \quad (6)$$

که در آن وقفه میانه یعنی جایی که ۵۰٪ اثرات بلندمدت سپری شده است، از طریق رابطه (۷) و متوسط کل اثرات تغییر X از طریق رابطه (۸) و همچنین متوسط طول وقفه نیز از طریق رابطه (۹) قابل محاسبه است.

$$Lag_{Median} = -\frac{\log 2}{\log(\lambda)} \quad (7)$$

$$\beta_{Mean} = -\frac{\sum_{k=0}^{\infty} k \beta_k}{\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k} \quad (8)$$

$$Lag_{Median} = -\frac{\lambda}{1 - \lambda} \quad (9)$$

این روش دارای معایبی است که به طور مختصر به آنها اشاره می‌شود:

- این الگو بسیار محدودکننده است، چرا که ممکن است ضرایب مدل پی‌درپی به صورت هندسی کاهش نیابند.
- در این الگو یک روش استقرایی معتبر برای تعیین طول وقفه وجود ندارد.
- با وقفه‌های بیشتر درجه آزادی مدل نیز به تناسب از دست می‌رود.
- در این الگو امکان هم خطی میان متغیرهای مستقل الگو وجود دارد.
- میان جزء خطا و جزء خودرگرسیو در این مدل هم‌بستگی وجود دارد.

با توجه به مطالب فوق و این نکته که ضرایب متغیر در الگوی کوچک به صورت هندسی کاهش می‌یابد، در حالی که نحوه اثرگذاری متغیرهای اقتصادی ممکن است از یک الگوی درجه دوم یا سوم یا درجات بالاتر پیروی کند، استفاده از یک الگوی جایگزین که توانایی لحاظ چنین شرایطی را در مدل داشته باشد، اجتناب ناپذیر است. از این رو الگوی آلمون با وقفه‌های

تحقیق و توسعه، این تأثیرگذاری افزایش می‌یابد و در نقطه‌ای که به کارگیری محصول حاصل از تحقیق و توسعه به نقطه اشباع خود می‌رسد، این تأثیرگذاری حداکثر می‌شود، اما در نهایت، به دلیل اینکه فرآیند تحقیق و توسعه حالتی کاملاً پویا دارد، در نتیجه با گذر زمان، محصولات و فناوری‌های جدید معرفی می‌شوند و به علت تطبیق این فناوری‌ها و نوآوری‌های جدید با شرایط محیط، تأثیر فعالیت‌های تحقیقاتی گذشته بر تولید کاهش می‌یابد و در نقطه‌ای که محصول فعالیت‌های جدید تحقیق و توسعه کاملاً جایگزین محصول فعالیت‌های تحقیق و توسعه قبلی شد، تأثیر فعالیت‌های سابق تحقیق و توسعه به نقطه صفر می‌رسد (کرباسی و خاکسارآستانه، ۱۳۸۴: ۱۳۵). به منظور لحاظ شرایط مذکور در مدل‌سازی استفاده از مدل‌هایی با وقفه‌های توزیعی اجتناب‌ناپذیر است. در مدل‌سازی مسائل اقتصادی دلایل مختلفی برای استفاده از مدل‌های تأخیری وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دلایل فیزیولوژیکی: باور کردن یک پدیده نوممکن است زمان بر باشد.
- دلایل فناوری: تغییر و نوسازی ماشین‌آلات ممکن است زمان بر باشد.
- دلایل نهادی: قوانین، مقررات و ملاحظات نهادی ممکن است تأثیر یک تغییر را کندتر کند.
- الگوی کوچک^۱ یکی از معروفترین الگوها در زمینه مدل‌سازی با وقفه‌های توزیعی است. بر اساس این الگو تأثیر یک تغییر یا شوک در دوره صفر به این دوره ختم نشده و تا k دوره بعدی اثر خواهد داشت.
- چنانچه فرض شود، تأثیر متغیر مستقل X بر متغیر وابسته Y از رابطه (۴) پیروی کند.

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^n \beta_{t-i} X_{t-i} + u_t \quad (4)$$

به منظور مدل‌سازی چنین رفتاری بر اساس مدل کوچک، یک الگوی خودرگرسیو با پارامتر λ که مقداری بین صفر و یک اختیار می‌کند، ارائه می‌شود. بر این اساس جهت مدل‌سازی رفتار متغیر Y نسبت به X به صورت رابطه (۵) ارائه می‌شود:

مدل‌سازی شود. از این‌رو استفاده از مدل آلمون با وقفه‌های چندجمله‌ای که قادر به لحاظ‌چنین شریطی در مدل‌سازی باشد، ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس در مطالعه حاضر از مدل‌های آلمون با وقفه‌های چندجمله‌ای استفاده شده است. برای این کار رابطه (۳)، به فرم لگاریتمی زیر به عنوان مدل پایه در این مطالعه در نظر گرفته شده است:

(۱۴)

$$L(GDPL_t) = \theta_0 + \theta_1 L(KL_t) + \sum_{i=1}^n \beta_i L(R \& DL_{t-i})$$

استفاده از فرم لگاریتمی (در تابع فوق L نشان‌دهنده تابع لگاریتم طبیعی است) متضمن این است که ضرایب مستقیماً کشش‌های تولید را نسبت به متغیرهای مستقل نشان می‌دهند. لذا در رابطه (۱۴)؛ θ_1 کشش تولید ناخالص داخلی نسبت به سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار (KL_t)، β_i کشش تولید ناخالص داخلی نسبت به سرمایه تحقیقاتی به ازای هر واحد نیروی کار ($R \& DL_{t-i}$) است. اما از آنجا که قید درجه دو لازم است بر β_i ها اعمال شود، لذا رابطه (۱۴) بر حسب رابطه (۱۰) باز نویسی می‌شود:

(۱۵)

$$L(GDPL_t) = \theta_0 + \theta_1 L(KL_t) + \sum_{i=0}^n (\alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2) L(R \& DL_{t-i})$$

(۱۶)

$$L(GDPL_t) = \theta_0 + \theta_1 L(KL_t) + \alpha_0 \sum_{i=0}^n L(R \& DL_{t-i}) + \alpha_1 \sum_{i=0}^n i L(R \& DL_{t-i}) + \alpha_2 \sum_{i=0}^n i^2 L(R \& DL_{t-i})$$

با برآورد رابطه (۱۶)؛ رابطه (۱۴) را نیز می‌توان به دست آورد، شایان ذکر است پارامترهای α_0 ، α_1 و α_2 فاقد هرگونه تفسیر است و صرفاً به عنوان پارامترهای کمکی برای تشریح روند β_i ها به کار گرفته می‌شوند، لذا در این مطالعه نیز رابطه (۱۴) به عنوان مدل پایه تفسیر می‌شود.

قبل از تخمین مدل و ارائه نتایج توجه به نکات زیر، لازم به نظر می‌رسد:

۱- در این بخش از مطالعه، جامعه آماری عبارت است از آمارهای کلان مربوط به تولید ناخالص داخلی، نیروی کار شاغل، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص داخلی و مخارج تحقیق و توسعه است که اطلاعات مزبور به صورت سری زمانی برای

چندجمله‌ای^۱ به منظور رفع نقایص فوق و لحاظ شرایط ذکر شده در مدل‌سازی ارائه شده است. بر اساس این الگو ضرایب متغیر مستقل در رابطه (۴) برای الگوهای درجه دوم، سوم و k ام به ترتیب به صورت روابط (۱۰) تا (۱۲) در نظر گرفته می‌شود:

(۱۰)

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2$$

(۱۱)

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \alpha_3 i^3$$

(۱۲)

$$\beta_i = \alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \alpha_3 i^3 + \dots + \alpha_k i^k$$

از این‌رو رابطه (۴) بر اساس الگوی وقفه چندجمله‌ای آلمون از درجه k ام به صورت زیر خواهد بود:

(۱۳)

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=0}^k (\alpha_0 + \alpha_1 i + \alpha_2 i^2 + \alpha_3 i^3 + \dots + \alpha_k i^k) X_{t-i} + u_t$$

مزایای الگوی آلمون به شرح زیر است:

- این الگو دارای این انعطاف‌پذیری است که می‌تواند مدلی با وقفه‌های گوناگون ایجاد کند.
- تأثیرگذاری متغیر در مدل لزوماً به صورت هندسی کاهش نیافته در حالی که در الگوی کوچک در این زمینه یک شرط سخت ($0 \leq \lambda \leq 1$) در مدل حاکم است.
- در این الگو وقفه متغیر وابسته در مدل وارد نشده و آماره دوربین واتسن دارای اعتبار است.
- تعداد ضرایب مدل و درجات آزادی از دست رفته مدل به وضوح کمتر از مدل کوچک است.
- با توجه به مطالب بیان شده، سرمایه تحقیق و توسعه به صورت غیرخطی (U معکوس) اقتصاد را متأثر می‌کند. به عبارتی، بر اساس توابع ریاضی؛ اگر تأثیر سرمایه تحقیق و توسعه بر تولید، در زمان‌های مختلف برابر با β_i در نظر گرفته شود که در آن i زمان را نشان دهد، این ضریب در طی زمان از یک رابطه درجه دوم به صورت رابطه (۱۱) پیروی می‌کند، لذا لازم است در بحث مدل‌سازی تأثیر سرمایه تحقیق و توسعه بر روی تولید، اولاً؛ متغیر سرمایه تحقیق و توسعه به صورت تأخیری وارد مدل شود و ثانیاً؛ ضریب این متغیر به صورت U معکوس

(عاقلی کهنه‌شهری، ۱۳۸۵: ۳۸). در این تحقیق ۵ درصد نرخ استهلاک برای سرمایه‌های فیزیکی در نظر گرفته شده است اما میزان استهلاک در بخش تحقیق و توسعه همان‌گونه که شاکری و ابراهیمی سالاری (۱۳۸۸) و همچنین هوانگ و دیورت^۲ (۲۰۱۱) پیشنهاد می‌کنند، صفر در نظر گرفته شده است.

۴. برآورد مدل و تفسیر نتایج

از آنجا که مدل پایه در این مطالعه (رابطه ۱۴) بر اساس مدل‌های با وقفه توزیعی آلمون است، به منظور تخمین آن همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد، به دلیل تناسب روند تأثیرگذاری سرمایه در بخش تحقیق و توسعه بر روی تولید ناخالص داخلی با روند یک معادله درجه دوم؛ باید قید معادله درجه دوم بر مدل تحمیل شود و سپس بر اساس حداقل معیار آکائیک^۳ (AIC) طول وقفه برای متغیر سرمایه تحقیق و توسعه تعیین شود. وقفه زمانی برای تحقیقات کاربردی و پایه به ترتیب ۲ تا ۵ سال است، البته برای کشورهای در حال توسعه بسیار بیشتر از این مدت است (سیدنورانی و جلال‌آبادی، ۱۳۸۱: ۳۵). در این باره مشکل همه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته این است که نمی‌توان به‌طور دقیق طول وقفه را تعیین کرد. در این زمینه گریلیچیز می‌گوید: «به نظر نمی‌رسد کسی قادر باشد به سؤالات موجود در مورد ساختار وقفه زمانی میان متغیرهای مخارج تحقیقات و رشد اقتصادی پاسخ قانع کننده بدهد (به نقل از رومر، ۱۹۹۴: ۱۱)». وجود چنین مشکلی ممکن است آثار برآورد مخارج تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی را کمتر از حد واقعی نشان دهد. به این ترتیب احتمال اینکه این برآوردها آثار مخارج تحقیق و توسعه را بیش از حد واقعی نشان دهد، بسیار ضعیف است (سیدنورانی و جلال‌آبادی، ۱۳۸۱: ۲۵). با توجه به مطالب فوق، در این مطالعه برای تعیین میزان تأثیرگذاری، ابتدای طول وقفه در مدل‌های مورد نظر هر سه کشور تحت بررسی، وقفه‌های ۲ به بالاتر وارد مدل شده است، و سپس بر اساس معیار آکائیک، وقفه بهینه انتخاب شده است.

سه کشور ایران، ترکیه و مالزی از پایگاه آماری بانک جهانی استخراج شده است.

۲- دوره زمانی مورد مطالعه ۲۰۱۲-۱۹۸۰ بوده و آمارهای مورد نیاز به قیمت ثابت دلار آمریکا (سال پایه ۲۰۰۰) است.

۳- در این تحقیق، برای برآورد سرمایه فیزیکی و سرمایه تحقیق و توسعه از رابطه کلاین^۱ (۱۹۶۲) استفاده شده است: طبق این رابطه؛ از آنجایی که سرمایه‌گذاری، به صورت تغییرات ایجاد شده در ارزش سرمایه تعریف می‌شود، داریم:

$$I = \frac{dK}{dt} \quad (17)$$

لذا با انتگرال‌گیری به فرم زیر به انباشت سرمایه می‌توان رسید:

$$dK = Idt \rightarrow K = \int dK = \int Idt \quad (18)$$

در رابطه فوق برای انتگرال‌گیری، باید یک فرم تبعی برای I_t در نظر گرفت. در اینجا فرض می‌شود که عامل انتگرال از روی رابطه دیگری به شکل زیر قابل برآورد است:

$$\ln(I_t) = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad (19)$$

با تخمین رگرسیون فوق به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) رابطه زیر از طریق آنتی لگاریتم گرفتن به دست می‌آید.

$$I_t = I(0) e^{\beta t} + c \quad (20)$$

$$I(0) = e^{\alpha} \quad (21)$$

رابطه (۲۰) را در رابطه (۱۸) قرار می‌دهیم تا انباشت سرمایه به دست آید:

$$K_t = \frac{I(0)}{\beta} e^{\beta t} + c \quad (22)$$

لذا با لحاظ شرایط اولیه، خواهیم داشت.

$$K_0 = \frac{I(0)}{\beta} \quad (23)$$

سپس رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$K_t = K_0 + \sum_{i=1}^t (I - D)_i \quad (24)$$

رابطه اخیر که به فرمول کلاین (۱۹۶۲) معروف است، خالص سرمایه را در هر سال به دست می‌دهد. در این رابطه، K_t ارزش خالص سرمایه در زمان t است K_0 ارزش خالص سرمایه در سال مبنا، I_t ارزش سرمایه‌گذاری ناخالص در زمان t و D_t میزان استهلاک سرمایه‌های ثابت در زمان t است.

2. Huang & Diewert (2011)

3. Akaik Criteria

1. Klein (1962)

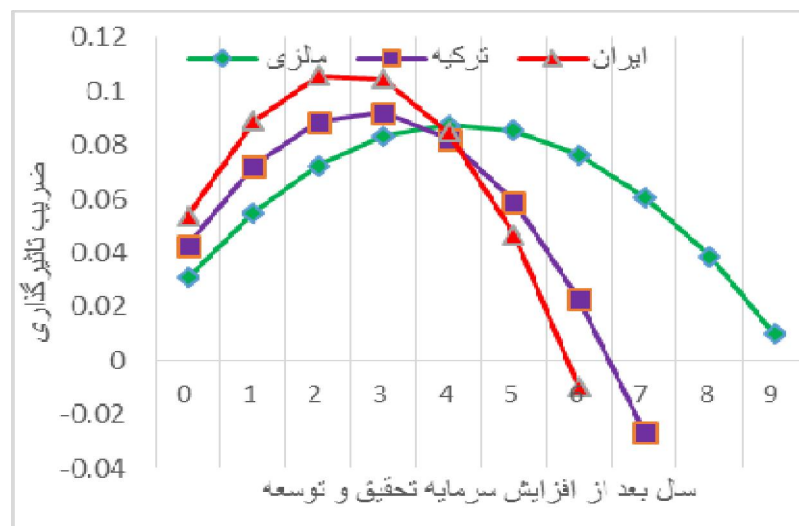
جدول ۱. نتایج برآورد مدل‌ها و آزمون‌های مربوطه

مالزی		ترکیه		ایران		کشور	
آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	متغیر	
-۳/۸۱۲۳*	-۱۱/۹۲۹۵	-۱/۲۳۶۳	-۵/۰۰۲۷	-۰/۲۱۰۸	-۰/۸۴۵۹	θ_0	
۶/۴۹۳۲*	۱/۳۷۳۸	۲/۸۴۳۵*	-۰/۴۰۲۶	۲/۰۲۱۸***	-۰/۳۳۵۸	$L(KL_t)$	
-۳/۳۶۲۲*	-۰/۱۲۶۶	-	-	-	-	$DC_t(t>2008)$	
۶/۶۸۶۰*	-۰/۳۰۷	۷/۲۶۲۴*	-۰/۴۲۷	۲/۵۳۴۶**	-۰/۵۳۶	$L(R \& DL_{t-1})$	
۶/۷۲۸۰*	-۰/۵۴۹	۷/۲۵۷۱*	-۰/۰۷۲۳	۲/۵۲۳۴**	-۰/۰۸۸۹	$L(R \& DL_{t-1})$	
۶/۷۸۲۲*	-۰/۰۷۲۴	۷/۲۴۷۳*	-۰/۰۸۸۷	۲/۵۰۶۶**	-۰/۱۰۵۹	$L(R \& DL_{t-2})$	
۶/۸۵۴۸*	-۰/۰۸۳۳	۷/۲۲۷۲*	-۰/۰۹۲۰	۲/۴۷۸۴**	-۰/۱۰۴۵	$L(R \& DL_{t-3})$	
۶/۹۵۷۰*	-۰/۰۸۷۶	۷/۱۷۶۵*	-۰/۰۸۲۱	۲/۴۲۲۲**	-۰/۰۸۴۸	$L(R \& DL_{t-4})$	
۶/۱۱۱۷*	-۰/۰۸۵۳	۶/۹۹۲۶*	-۰/۰۵۹۱	۲/۲۴۳۸**	-۰/۰۴۶۷	$L(R \& DL_{t-5})$	
۷/۳۷۳۰*	-۰/۰۷۶۴	۵/۴۱۱۶*	-۰/۰۲۲۸	-۴/۰۷۹۰*	-۰/۰۰۹۶	$L(R \& DL_{t-6})$	
۷/۹۰۸۱*	-۰/۰۶۰۹	-۵/۳۴۱۶*	-۰/۰۲۶۴	-	-	$L(R \& DL_{t-7})$	
۹/۵۹۰۲*	-۰/۰۳۸۷	-	-	-	-	$L(R \& DL_{t-8})$	
۷/۴۰۴۴*	-۰/۰۰۹۹	-	-	-	-	$L(R \& DL_{t-9})$	
۷/۳۷۳۰*	-۰/۰۶۰۰۵	۷/۰۸۶۸*	-۰/۴۳۳۶	۲/۴۲۱۲**	-۰/۴۷۵۰	$\sum_{i=0}^n \beta_i$	
-	-	-	-	۷/۱۰۴۱*	-۰/۷۹۸۵	Ar(1)	
-	-	-	-	۳/۳۳۹۴*	-۰/۵۷۲۴	Ma(1)	
۴۰/۷۲۲۸*		۵۷/۹۸۷۶*		۲۴/۷۵۱۱*		آماره F	
-۰/۹۷۰۲		-۰/۹۰۶۲		-۰/۸۸۵۵		R^2	
-۰/۹۴۶۳		-۰/۸۹۰۶		-۰/۸۴۹۹		\bar{R}^2	
۱/۵۶۹۳		۱/۵۹۳۴		۱/۶۳۵۶		D-W	
-۴/۲۵۷۷		۳/۲۶۶۴		-۳/۹۰۶۲		معیار آکائیک (AIC)	
احتمال	مقدار	احتمال	مقدار	احتمال	مقدار	آماره	نوع آزمون
۰/۲۶۵۷	۱/۲۳۸۹	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۱۳۳	۲/۸۱۶۴	χ^2	آزمون خود هم‌بستگی Breusch-Godfrey
۰/۲۵۷۱	۵/۳۰۸۷	۰/۳۸۱۲	۳/۰۶۸۶	۰/۶۳۰۰	۱/۷۳۱۱	χ^2	آزمون ناهمسانی واریانس Breusch-Pagan-Godfrey
۰/۰۰۰۱	-۷۲/۰۴۹۷ (۱،۱)	۰/۰۵۳۹	-۲/۰۵۴۷ (۰،۰)	۰/۰۵۶۵	-۱/۹۰۰۶ (۰،۰)	ADF (c,t)	آزمون هم‌انباشتگی E-G ^۱

ملاحظات: *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ می‌باشد.

c و t: نیز به ترتیب نشان‌دهنده حالت وجود عرض از مبدأ و روند زمانی در مدل مربوط به آزمون هم‌انباشتگی است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق



نمودار ۱. روند تأثیرگذاری سرمایه در بخش تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی کشورهای تحت بررسی
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

پاگان-گادفری (Breusch-Pagan-Godfrey)، استفاده گردید که نتایج این آزمون نیز نشان‌دهنده همسانی واریانس پسماندها در هر سه مدل برآوردی بود. در نهایت برای اطمینان از اینکه رگرسیون‌های برآوردی ارتباط بین متغیرها را به درستی نشان می‌دهند به عبارتی رگرسیون‌های برآوردی کاذب نیستند از آزمون هم‌انباشتگی انگل-گرنجر (E-G) استفاده شد، نتایج این آزمون نشان داد رگرسیون‌های برآوردی برای هیچ یک از سه کشور کاذب نیستند. با توجه به نتایج آزمون‌های مذکور، مدل‌های برآوردی برای هر سه کشور معتبر، قابل اعتماد و قابل تفسیر هستند.

بر اساس جدول (۱) مدت زمان تأثیرگذاری تغییرات تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار بر اقتصاد کشورها متفاوت است به طوری که در کشور مالزی یک درصد افزایش سرمایه تحقیق و توسعه در این بخش تا ۹ سال تأثیر مثبت بر تولید ناخالص داخلی دارد، در حالی که در کشور ایران تأثیر یک درصد افزایش سرمایه تحقیق و توسعه بر تولید ناخالص داخلی تقریباً در سال ششم، به صفر می‌رسد و در کشور ترکیه نیز در سال هفتم به صفر می‌رسد. همچنین در کشور مالزی این تأثیرگذاری در سال چهارم بعد از افزایش سرمایه و در کشور ترکیه در سال سوم بعد از افزایش سرمایه و در کشور ایران در سال دوم بعد از افزایش سرمایه به مقدار حداکثر خود می‌رسد، البته در مجموع (در بلندمدت) به ازای یک درصد افزایش

شایان ذکر است متغیر مجازی $DC_t (t > 2008)$ در مدل پایه مربوط به کشور مالزی نیز وارد شده است، این متغیر برای سال‌های بحران جهانی مقدار واحد و برای بقیه سال‌ها مقدار صفر اختیار کرده است. همچنین مدل‌های مربوط به هر سه کشور با استفاده از روش حداقل مربعات، برآورد شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها همراه با آزمون‌های مربوطه در جدول (۱) آورده شده است.

قبل از تفسیر نتایج برآورد مدل‌ها لازم است از اعتبار مدل‌های برآورد شده اطمینان حاصل گردد. مقادیر 0.9463 ، 0.8906 و 0.8499 برای ضریب تعیین تعدیل شده (\bar{R}^2)، به ترتیب برای مدل‌های مالزی، ترکیه و ایران نشان می‌دهد متغیرهای مستقل توانسته‌اند درصد بالایی از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. معنی‌داری مقادیر F در سطح احتمال یک درصد نیز برای هر سه مدل مؤید این امر است. مقادیر آماره دوربین واتسون (D-W) نیز برای هر سه مدل در محدوده قابل قبولی قرار دارد لذا هر سه مدل فاقد هرگونه خودهمبستگی هستند، اما از آنجا که این آماره برای حالاتی که مدل دارای جز AR باشد، فاقد اعتبار است، لذا از آزمون خودهمبستگی سریالی بروش-گادفری (Breusch-Godfrey) نیز استفاده شد که نتایج این آزمون نشان‌دهنده عدم وجود خودهمبستگی در پسماندهای هر سه مدل برآوردی است. برای آزمون ناهمسانی واریانس نیز از آزمون بروش-

لذا با توجه به ادبیات مذکور؛ در مطالعه حاضر این موضوع بررسی شد که آیا سرمایه تحقیق و توسعه به اندازه سرمایه فیزیکی در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی مؤثر است؟، برای این منظور در این مطالعه کشورهای ایران، ترکیه و مالزی طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۱ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

مبانی نظری تحقیق حاضر جهت بررسی رابطه بین سرمایه تحقیق و توسعه و سرمایه فیزیکی با رشد اقتصادی کشورهای مبتنی بر مدل رشد درون‌زا قرار دارد. لذا بر اساس مبانی نظری اقدام به مدل‌سازی گردید. نتایج حاصل از برآورد مدل حاکی از آن بودند که، اولاً؛ در هر سه کشور مورد مطالعه، تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه بر تولید ناخالص داخلی در ابتدا حالت افزایش دارد و سپس این تأثیرگذاری کاهش می‌یابد (U معکوس). ثانیاً؛ تأثیرگذاری سرمایه تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار بر رشد اقتصادی در کشور مالزی نسبت به دو کشور ایران و ترکیه، باثبات‌تر و ماندگارتر است. ثالثاً؛ در فضای اقتصاد دانش بنیان اهمیت سرمایه تحقیق و توسعه برای کشورهای ایران و ترکیه کمتر از سرمایه فیزیکی نیست. زیرا فعالیت‌های تحقیق و توسعه از طریق ارتقاء سطح فناوری و بهره‌وری، رشد اقتصادی را تسریع می‌کند. البته خاطر نشان می‌شود مطالعه حاضر ناهمگونی‌های بین سه کشور مورد بررسی را در مدل‌سازی لحاظ نکرده است.

با توجه به نتایج فوق به منظور تخصیص مجدد منابع اقتصاد ایران به نفع فعالیت‌های تحقیق و توسعه و جهت پر کردن شکاف فناوری، کاهش وابستگی فناوری، زمینه‌سازی ایجاد رقابت و جذب بازارهای جهانی، راهیابی موفق به سازمان‌های جهانی و WTO، جذب و انتقال دانش فنی خارجی و انطباق و بومی نمودن تحقیق و توسعه خارجی، با شناخت دقیق و هدفمند از ساختار اقتصادی کشور ضروریست؛ سیاست‌های پژوهش و جایگاه تحقیقات در برنامه‌های توسعه و متوازن نمودن بودجه تحقیقات در مقایسه با سایر هزینه‌ها مشخص گردد.

تعیین متولی امر تحقیقات کشور و ایجاد نهادهای ضروری با اختیارات و صلاحیت لازم جهت یک‌پارچه سازی و مدیریت صحیح نظام تحقیقاتی.

اصلاح ساختار سیاست‌های کلان اقتصادی و هماهنگی سیاست‌های کلان اقتصادی با سیاست‌های پژوهشی به منظور

سالانه سرمایه بخش تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار، در کشور مالزی ۰/۶۰۰۵ درصد، در کشور ایران ۰/۴۷۵۰ درصد و در کشور ترکیه ۰/۴۳۳۶ درصد، تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد. نمودار (۱) روند تأثیرگذاری سرمایه تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار بر تولید ناخالص داخلی کشورهای مالزی، ترکیه و ایران را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج ضریب تخمینی سرمایه بخش تحقیق و توسعه به ازای هر واحد نیروی کار مالزی بزرگ‌تر از ضرایب تخمینی ترکیه و ایران است. همچنین نتایج تخمین بیانگر تأثیرگذاری سریعتر سرمایه تحقیق و توسعه (به عنوان عامل تولید) بر تولید ناخالص داخلی ایران نسبت به مالزی و ترکیه است. در ضمن اثرگذاری تحقیق و توسعه بر روی تولید ناخالص داخلی مالزی در مقایسه با ایران و ترکیه دیرتر نیز به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در حالی که فعالیت‌های تحقیق و توسعه ایران و ترکیه به ترتیب به سرعت طی دو و سه سال به حداکثر مقدار خود می‌رسند.

بر اساس نتایج حاصل از برآورد مدل تحقیق، حساسیت تولید ناخالص داخلی به ازای هر واحد نیروی کار نسبت به سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار برای کشور مالزی، ترکیه و ایران به ترتیب برابر با ۱/۳۷۳۸، ۰/۴۰۲۶ و ۰/۳۳۵۸ است. لذا می‌توان بیان داشت در کشور مالزی یک درصد افزایش در سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار، تولید بازای هر واحد نیروی کار بیش از یک درصد افزایش می‌یابد، به بیان دیگر تولید در کشور مالزی بیشتر سرمایه‌بر است. در حالی که در کشور ایران و ترکیه با یک درصد افزایش در سرمایه فیزیکی بازای هر واحد نیروی کار، تولید ناخالص داخلی بازای هر واحد نیروی کار کمتر از یک درصد افزایش می‌یابد و البته ضریب تخمینی ضریب متغیر فوق‌الذکر کشور ایران کوچک‌تر از ضریب تخمینی کشور ترکیه است.

۵. بحث و نتیجه گیری

طی چند دهه گذشته؛ کشورهای فاقد نیروی کار ارزان، سرمایه فیزیکی و همچنین منابع طبیعی قابل توجه نسبت به کشورهای دارای منابع طبیعی فراوان، نیروی کار ارزان و سرمایه‌های فیزیکی قابل توجه، نرخ رشد مستمر اقتصادی و باثباتی را با اتکا به فعالیت‌های تحقیق و توسعه تجربه نموده‌اند،

ایجاد ارتباط هر چه بیشتر میان مراکز علمی پژوهشی داخل و خارج از کشور جهت دستیابی به جدیدترین مطالعات و نتایج تحقیقات در دنیا.

ایجاد انگیزه در فعالین اقتصادی در راستای افزایش سهم هزینه‌های تحقیقاتی به تولید ناخالص داخلی در حد استانداردهای جهانی (دو تا سه درصد تولید ناخالص داخلی) گام برداشت.

منابع

- پورعبادالهیان کوچی، محسن؛ رهنمای قرامکی، غلامحسین و حجت‌خواه، رسول (۱۳۹۰). "بررسی نقش R&D داخلی و واردات کالاهای سرمایه‌ای - واسطه‌ای بر روی تولید ایران". *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۴۶، شماره ۲، ۳۰-۱.
- حسن‌زاده، علی و حیدری، حسن (۱۳۸۰). "بررسی و نقش مخارج R&D در نرخ رشد اقتصادی". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، دوره ۳، شماره ۸، ۷۸-۵۹.
- درگاهی، حسن و قدیری، امراه (۱۳۸۲). "تجزیه و تحلیل عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی ایران (با مروری بر الگوهای رشد درون‌زا)". *پژوهشنامه بازرگانی*، دوره ۷، شماره ۲۶، ۳۳-۱.
- ربیعی، مهناز (۱۳۸۷). "نقش تحقیق و توسعه بر توسعه اقتصادی در ایران". *مجله رشد فناوری ایران*، دوره ۴، شماره ۱۵، ۴۰-۳۵.
- زمانیان، غلامرضا؛ فطرس، محمدحسن و رضائی، الهام (۱۳۹۳). "اثر سرریزهای تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای ایران". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال پنجم، شماره ۱۷، ۹۱-۱۰۸.
- سیدنورانی، محمدرضا و اسداله، جلال آبادی (۱۳۸۱). "نقش مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در ایران". *مجله Branch, B. (1974). "Research and Development Activity and Profitability: A Distributed Lag Analysis". Journal of Political Economy, 82(5), 999-1011.*
- Cardose, A. & Teixeira, A. C. (2009). "Return on R&D Investment: A Comprehensive Survey on the Magnitude and Evaluation Methodologies". www.inesporto.pt/uitt/RePEc/09.
- Coe, D. T & Helpman, E. (1995). "International R&D Spillovers". *European Economic Review, 39(5), 859-*
- اقتصاد و مدیریت*، دوره ۱۳، شماره ۲، ۵۱-۲۱.
- شاکری، عباس و ابراهیمی سالاری، تقی (۱۳۸۸). "اثر مخارج تحقیق و توسعه بر اختراعات و رشد اقتصادی (تحلیل مقایسه‌ای بین کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته)". *دانش و توسعه*، دوره ۱۶، شماره ۲۹، ۸۸-۱۲۵.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۹۱). "نرخ بازدهی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری فیزیکی در اقتصاد ایران". *اقتصاد پولی و مالی*، سال ۴، شماره ۱۹، ۲۱۲-۱۹۲.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل و رحمانی، امید (۱۳۸۷). "نقش انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت". *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*، دوره ۴، شماره ۱۴، ۳۸-۱.
- عاقلی کهنه‌شهری، لطفعلی (۱۳۸۵). "برآورد تابع تولید معادن کشور". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۱، ۳۳-۵۰.
- کرباسی، علیرضا و خاکسار آستانه، حمیده (۱۳۸۴). "محاسبه نرخ نهایی بازده سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی ایران". *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره ۱۳، شماره ۵۰، ۱۵۱-۱۲۵.
- Aghion, P & Howitt, P. (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica, 60(2), 323-351.*
- Barro, R. J. & Sala-i-Martin, X. (1995). "Technological Diffusion, Convergence, and Growth". *Economics Working Papers* 116.
- Bilbao-Osorio, B. & Rodríguez-Pose, A. (2004). "From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU". *Growth and Change, 35(4), 434-455.*

- 887.
- Coe, D. T. & Helpman, E. (1993). "International R&D Spillover". *IMF Working Paper*, 93/94.
- Coe, D. T., Helpman, E. & Hoffmaister. A. W. (1997). "North-South R&D Spillovers". *Economic Journal*, 107, 134-149.
- Geweek, J. (1984). "Inferences and Causality in Economic Time Series Models". *Handbook of Econometrics*, 2(19), 1101-1144.
- Gomulka, S. (1990). "The Theory of Technological Change and Economic Growth". London; New York: Routledge.
- Griliches, Z. & Lichtenberg, F. (1984). "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination". *The Review of Economics and Statistics*, 66(2), 324-329.
- Griliches, Z. (1980). "R&D and the Productivity Slowdown". *American Economic Association*, 70(2), 343-348.
- Griliches, Z. (1986). "Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s". *NBER Working Papers* 1547.
- Grossman, G. M. & Helpman. E. (1991). "Innovation and Growth in the Global Economy". Cambridge, MA: MIT Press.
- Hsieh, P., Mishra, C. S. & Gobeli, D. H. (2003). "The Return on R&D Versus Capital Expenditures in Pharmaceutical and Chemical Industries". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(2), 141-150.
- Huang, N. & Diewert, W. E. (2011). "Estimation of R&D Depreciation Rates: A Suggested Methodology and Preliminary Application". *Canadian Journal of Economics*, 44 (2), 387-412.
- Klein, B. (1962). "The Decision Making Problem in Development". *National Bureau of Economic Research, the Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton: Princeton University Press.
- Klein, Lawrence, R. (1962). "An Introduction to Econometrics, Prentice Hall Inc". *Englewood Cliffs*, N. J.
- Leonard, W. N. (1971). "Research and Development in Industrial Growth". *Journal of Political Economy*, 79(2), 232-256.
- Lichtenberg, F. R. (1992). "R&D Investment and International Productivity Differences". *NBER Working Paper*, No. 4161, Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research.
- Link, A. N. (1981). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing Additional Evidence". *American Economic Review*, 71(5), 1111-1112.
- Mairesse, J. & Mohen, P. (2001). "To be or not to be Innovative: An Exercise In Measurement". *MERIT Research*, Memoranda.
- Monte, A. Del & Papagni, E. (2003). "R&D and the Growth of Firms: Empirical Analysis of a Panel of Italian Firms". *Research Policy*, 32(6), 1003-1041.
- Park, W. G. (1995). "International R&D Spillovers and OECD Economic Growth". *Economic Inquiry*, 33(4), 571-590.
- Romer, D. (2006). "Advanced Macroeconomics", *McGraw-Hill Companies*, USA, Third Edition.
- Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.
- Romer, P. M. (1994). "The Origins of Endogenous Growth". *Journal of Economic Perspectives*, 8, 3-22.
- Scherer, F. M. (1982). "Interindustry Technology Flows and Productivity Growth". *Review of Economics and*

- Statistics*, 64(4), 627–634.
- Verspagen, B. (1997). “Estimating International Technology Spillovers Using Technology Flow Matrices”. *Weltwirtschaftliches – Archiv*, 133(2), 226-248.
- Walwyn, D. (2007). “Finland and the Mobile Phone Industry: A Case Study of the Return on Investment from Government-Funded Research and Development”. *Technovation*, 27(6), 335-341.
- World Development Indicators (www.data.worldbank.org).