

نقش مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در ایران

نویسندگان: دکتر سید محمدرضا سید نورانی*
اسدالله جلال آبادی**

چکیده

نقش و جایگاه تحقیقات بر رشد اقتصادی در تمامی دیدگاههای اقتصادی از زمان آدام اسمیت تا کنون وجود داشته است. در حالی که کلاسیک‌ها مهمترین عامل را در رشد اقتصادی، پس انداز می‌دانند؛ نئوکلاسیک‌ها بر انباشت سرمایه به عنوان مهمترین منبع رشد اقتصادی تأکید می‌نمایند و تأثیر سرمایه‌های انسانی را نیز نادیده نمی‌انگارند (دنسیون، ۱۹۶۷). در تئوری‌های مطرح شده قبل از دهه ۱۹۸۰ تکنولوژی به عنوان عامل برونزا وارد مدل‌های رشد اقتصادی گردیده بود. با مطرح شدن تئوری‌های رشد اقتصادی درونزا در دهه ۱۹۸۰ سعی گردید دانش و تکنولوژی به عنوان متغیرهای درونزا وارد مدل‌های رشد اقتصادی گردد. در این گونه مدل‌ها تکنولوژی و دانش فنی یک کالای عمومی لحاظ نمی‌گردد، بلکه می‌تواند به عنوان یک کالای رقیب در نظر گرفته شده و دارای قیمت باشد. به این ترتیب بنگاههای موجد تکنولوژی و دانش فنی می‌توانند با کنترل آن، قیمتی بیش از صفر برای آن در نظر گرفته و سود ببرند. به عبارت دیگر در مدل‌های رشد درونزا سود انحصاری محرک ابداع و اکتشاف است. در تحقیق حاضر به بررسی نقش و اثر مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۷۹-۱۳۴۹ در قالب مدل‌های رشد اقتصادی درونزای مبتنی بر R&D^۱ پرداخته شده است.

*- عضو هیأت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

** - کارشناس ارشد اقتصاد و عضو هیأت علمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

واژه‌های کلیدی: تحقیق، توسعه، تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی، تکنولوژی، دانش فنی، تحقیق بنیادی، تحقیق کاربردی و تحقیق توسعه‌ای

۱- مقدمه

جذب، توسعه تکنولوژی و مدیریت اطلاعات می‌باشد. (سرداری، ۱۳۷۲، ص ۳۱۲).

همچنین نهادها و مؤسسات تحقیقاتی فعال در زمینه‌های مهم و پایه، شرکت‌ها و مؤسسات مشاوره‌ای و مطالعاتی و نیز شبکه‌های اطلاع رسانی عوامل مهمی برای تسریع و تسهیل فرایند انتقال و توسعه تکنولوژی هستند که می‌باید در جهت تحقق هدف‌ها و استراتژی توسعه تکنولوژی کشور شکل بگیرند و یا فعال گردند.

امروزه بررسی فاکتورهای تکنولوژیکی در رابطه با توسعه اقتصادی و اصلاح رفاه اجتماعی از مهمترین موضوعات اقتصادی به شمار می‌روند. در زمینه اقتصادی، موضوعاتی از قبیل بستگی بین پیشرفت‌های تکنولوژیکی و رشد اقتصادی، همچنین فرایند توسعه نوآوری‌های تکنولوژیکی از موضوعات اولویت‌دار بوده و عملاً بحث در مورد توسعه کشورها بدون در نظر گرفتن تأثیرات و نقش علوم و تکنولوژی‌های جدید (که پیش نیاز آنها تحقیقات می‌باشد) غیرممکن است.

از دیگر سو تغییرات شدید تکنولوژی، کشورهای در حال توسعه را با یک مبارزه جدی مواجه نموده است؛ به طوری که اکثر این کشورها در جست و جوی دستیابی به تکنولوژی‌های نو هستند و آگاهند که این تکنولوژی‌ها بر روی

با پیشرفت علوم و فناوری در طول چند دهه قبل، نقش شتاب دهنده آن در بهبود کیفیت زندگی و رفاه عمومی و پیشرفت اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردیده و همواره دولت‌ها را در تحقق فوری توسعه علمی و فناوری تحت تأثیر قرار داده است. به نظر پروفیسور عبدالسلام از آنجا که کیفیت زندگی یک ملت به سطح علم و فناوری وابسته است، شکاف رو به افزایشی که در اقتصاد و سلطه بین جنوب و شمال مشاهده می‌شود اساساً به فاصله آنها در علم و فناوری مربوط می‌شود.

به این ترتیب مهمترین عامل در رسیدن کشورها به استقلال اقتصادی واقعی و رهایی از وابستگی‌ها، داشتن دانش فنی در کلیه زمینه‌های صنعتی، اقتصادی و اجتماعی است و به دست آوردن آن دانشی که بتواند استقلال را تضمین کند جز در سایه پژوهش نمی‌تواند به حقیقت پیوندد. (دبیرخانه شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۱۳۶۸، ص ۱۰) به عبارت دیگر توسعه یک جامعه فقط با بالا بردن سطح تکنولوژی امکان‌پذیر است و این خود مستلزم رشد و ارتقای هماهنگ و سازگار تمام اجزای آن است. بنابراین انتقال موفقیت‌آمیز تکنولوژی به کشورهای در حال توسعه (که خود موجد آن نیستند)، نیازمند ایجاد زمینه تحقیق و توسعه داخلی به منظور انتخاب،

رقابت کامل که تحت عنوان «گذر از رقابت کامل» بررسی می‌گردد.

۱-۱-۲- بحث همگرایی

در پژوهش‌های اخیر مربوط به رشد، توجه بسیار زیادی به این سؤال معطوف شده که آیا درآمد سرانه کشورهای مختلف در حال نزدیک شدن به یکدیگر هستند. ویلیام با مول^۲ (۱۹۸۶)، از تحلیل داده‌های مدیسون (۱۹۸۲)، دریافت که کشورهای فقیرتر مانند ژاپن و ایتالیا در فاصله سال‌های (۱۹۷۹ - ۱۸۷۰) شکاف درآمد سرانه خود را با کشورهای ثروتمندتر مانند ایالات متحده آمریکا و کانادا به طور کلی از بین برده‌اند. اما اعتراضاتی بر نتایج ویلیام با مول وارد شد؛ اول اینکه داده‌های مدیسون تنها برهمگرایی پس از جنگ جهانی دوم صحنه می‌گذارند حال آنکه داده‌های بین سال‌های (۱۹۵۰-۱۸۷۰) بیشتر دال بر واگرایی هستند. و دوم اینکه داده‌های مدیسون در انتخاب کشورها، فقط از کشورهای صنعتی استفاده کرده است و بدین ترتیب در انتخاب نمونه‌ها، تورش^۳ وجود دارد؛ و همین دلیل کافی است تا غالب شواهد به نفع همگرایی حکم نمایند. (رومر، ۱۹۹۴)

مطالعاتی که براساس داده‌های هستون - سامرز^۴ (۱۹۹۱) انجام شده است ایده همگرایی را تأیید نمی‌کند. رومر (۱۹۹۴) نشان می‌دهد که اگر

توانایی‌های آنها در جهت ساختن صنایع مدرن و نتیجتاً ورود به بازارهای جهانی تأثیر بسزایی دارد. فرایند انتقال، جذب و توسعه تکنولوژی‌های نو در سطح خرد و کلان نیز از جمله عواملی هستند که بر مدل‌های «رقابت»، «رشد» و «تجارت» بین کشورها اثر می‌گذارند؛ به طوری که بدون کسب توانایی‌های تکنولوژیکی امکان موفقیت فرایند فوق ضعیف می‌گردد. (حاجی حسینی، ۱۳۷۲، ص ۲۰) در هر حال این واقعیت که علم و تکنولوژی به نحو غیر قابل تفکیکی با یکدیگر درآمیخته و نقش هدایت کننده‌ای را در توسعه ملی و فراگرد جدید اقتصادی بر عهده دارند امری پذیرفته شده است. به این لحاظ، در تحقیق حاضر به نقش و اثر مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی پرداخته خواهد شد.

۲- تئوری رشد درونزا

عبارت رشد درونزا در مجموعه متنوعی از کارهای تئوریک و تجربی پدید آمده در دهه ۱۹۸۰ وارد عرصه اقتصاد شده است. رشد درونزا با تأکید بر این نکته که رشد اقتصادی پیامد درونزای سیستم اقتصادی است نه اینکه نتیجه نیروهای وارده از خارج، خود را از رشد نئوکلاسیکی متمایز می‌سازد. (رومر، ۱۹۹۴، ص ۱۲۰)

۱-۲- سرچشمه‌های رشد درونزا

دو برداشت مهم، سرچشمه‌های اصلی کارهای مربوط به رشد درونزا را شکل می‌دهند. یکی «بحث همگرایی»^۱ و دیگری تلاش برای جایگزین ساختن آلترناتیوی دیگر به جای فرض

1- Convergence Controversy

2- William Baumol 3- Biased

4- Heston-Summers

کارگران دوز (که خود منشأ اثرات سرریز مثبت بر تولید کل کشور است)، کاهش می‌دهد. (رومر، ۱۹۹۴).

متعاقباً، بارو و سالایی مارتین^۳ (۱۹۹۵) نشان دادند که با برابر قرار دادن پارامتر مربوطه (1- α) برابر با ۰/۲ دینامیسم همگرایی بین کشورها و همچنین ایالات مختلف آمریکا توضیح داده می‌شود؛ اما تأکید بر این موضوع نیز نمودند که سرعت این همگرایی بسیار کند است. آنها به عنوان توضیح برای نرخ کند همگرایی، مدل دیگری را ارائه نمودند که در آن سطح تکنولوژی، می‌توانست در کشورها و یا ایالت‌های مختلف، متفاوت باشد. به این ترتیب، در این مدل به علت سرریز دانش از کشور رهبر (دارای تکنولوژی و درآمد سرانه بالاتر) به کشور پیرو، رشد تکنولوژی کشور پیرو و در نتیجه رشد درآمد آن سریعتر خواهد بود. (ختایی، ۱۳۷۸، ص ۲۸).

در سومین رویکرد و تحلیل داده‌های بین کشوری، گریگوری منکیو، دیوید رومر و دیوید ویل^۴ (۱۹۹۲) نشان دادند که حتی در اقتصاد بسته نیز، مدل نئوکلاسیکی با فرض سطح یکسان تکنولوژی امکانپذیر است. تنها تغییری که آنها

فروض نئوکلاسیکی مبنی بر برونزا بودن تغییر در تکنولوژی و در دسترس بودن تکنولوژی یکسان برای تمامی کشورها را بپذیریم، با فرض مقدار ۰/۶ برای پارامتر سهم نیروی کار در تابع تولید کاب-داگلاس (1- α) و با در نظر گرفتن تولید سرانه ۱۰ درصد کارگران فیلیپینی نسبت به کارگران کشور مبنّا (آمریکا)، نرخ پس‌انداز آمریکا باید ۳۰ برابر فیلیپین باشد، حال آنکه حداکثر ۲ برابر است. فرض اساسی این محاسبه، یکسان بودن سطح تکنولوژی در دو کشور است. (ختایی، ۱۳۷۸، ص ۲۸).

برای حل این معضل اگر این پارامتر برابر ۰/۲۵ فرض گردد، به رقمی حدود ۲ برای نسبت سرمایه سرانه آمریکا نسبت به فیلیپین می‌رسیم که قابل قبول است. اما این فرض، مشکل دیگری را پدید می‌آورد و آن اینکه چرا باید به نیروی کار بیش از تولید نهایی‌اش و به سرمایه کمتر از تولید نهایی‌اش (بازده نهایی‌اش) پرداخت گردد. برای توضیح این واگرایی بین بازده خصوصی و بازده اجتماعی، رومر (۱۹۸۶) مدلی را پیشنهاد کرد که در آن پیشرفت فنی به صورت درونزا و توسط اثر سرریز دانش^۱ تعیین می‌گردد.

وی به پیروی از آرو^۲ (۱۹۶۲) فرض کرد که هر واحد سرمایه‌گذاری، علاوه بر افزایش ذخیره فیزیکی سرمایه، سطح تکنولوژی تمامی بنگاه‌های کشور را از طریق سرریز دانش افزایش می‌دهد. رومر هم چنین فرض کرد که افزایش عرضه نیروی کار سبب اثرات سرریز منفی می‌گردد، چون انگیزه بنگاه‌ها را جهت کشف و به کارگیری نوآوری‌های

1- Knowledge Spillover

2- Arrow

3- Barro, R and Xsala-I-Martin

4- N. Gregory Mankiw, David Romer and David Weil

مدل‌های رشد اقتصادی درونزا قصد دارند تا حقیقت چهارم را در خود جای دهند. همچنین مدل‌های جدید رشد درونزا گرایش به پیروی از آرو (۱۹۶۲) دارند و کوشیده‌اند حقیقت شماره (۴) و (۵) را در خود داخل کنند. در دهه ۱۹۸۰ رومر و لوکاس سعی کردند تا حقیقت چهارم را در مدل‌های خود وارد کنند، اما گام آخر را که منظور کردن حقیقت پنجم بود، برنداشتند. در هر دو مدل، تکنولوژی به صورت درونزا پدید می‌آید و اثرات جانبی، معلول تصمیمات سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است. اما در آنها تکنولوژی هنوز کالای عمومی خالص است و در نتیجه بنگاه‌ها پذیرنده قیمت هستند. به طور کلی، تا زمانی که فروض رقابتی قیمت‌پذیری را داشته باشیم، امیدی به دستیابی به حقیقت پنجم نیست و این فرض به وجود رقابت ناقص نیاز دارد. (همان، ص ۳۱).

سولو^۳ در زیر نویس مقاله خود (۱۹۵۶) اشاره به گسترش مدل رشد به رقابت انحصاری را عنوان کرده است. سپس یکی از شاگردان او، به نام ویلیام نوردهاوس (۱۹۶۹) متعاقباً مدل رشدی را طراحی نمود که دارای حق ثبت اختراع، قدرت انحصاری،

پدید آوردند بسط مدل دو عاملی معمولی نئوکلاسیکی به سرمایه انسانی H و سرمایه فیزیکی K بوده است. آنها نشان دادند که تشکیل سرمایه به طور مستقیم از طریق بالابردن سطح تولید و به طور غیر مستقیم با افزایش تشکیل سرمایه انسانی اثر قابل توجهی روی رشد دارد.

۲-۱-۲- گذر از رقابت کامل

به عقیده رومر (۱۹۹۴) اکثر مدل‌هایی که در مورد رشد ارائه گردیده‌اند. تنها بخشی از حقایق را در بر می‌گیرند و از بخش دیگر آن غافلند. مثلاً مدل سولو متضمن این است که^(۱) در بازار بنگاه‌های فراوانی وجود دارد و^(۲) اکتشاف و اطلاعات کالاهایی غیر رقیب^۱ هستند و^(۳) می‌توان با چند برابر کردن نهاده‌ها به چند برابر کردن ستاده رسید، بدون آن که نهادهای رقیب، (تکنولوژی فنی) چند برابر گردد. اما از این حقیقت که^(۴) پیشرفت تکنولوژی دستاوردهای همه مردم است و تفاوت روشنی بین اکتشاف تصادفی و فردی و نرخ جمعی اکتشاف وجود دارد، غافل است. و نیز این حقیقت را که (۵) بسیاری از بنگاه‌ها علی‌رغم غیر رقیب بودن اکتشافات و اطلاعات، از مزایای رانت حاصل از آنها استفاده می‌کنند و می‌توانند با کنترل آنها، قیمتی بیش از صفر برای آنها درخواست کرده و در نتیجه سود انحصاری کسب کنند، را در نظر نمی‌گیرد. و در واقع از این نکته که اطلاعات کالای عمومی محض^۲ نیست، غافل می‌ماند. (هادی زنوز و دیگران، ۱۳۷۶، ص ۲۹-۳۰).

۱- (Nonrival): کالای غیر رقیب به کالایی گفته می‌شود که استفاده از آن توسط شخص یا بنگاه خاصی، مانع از استفاده توسط شخص یا بنگاه دیگر نشود.

۲- کالای عمومی محض (Pure Public Good): کالای غیر رقیبی است که نتوان مانع استفاده فرد یا بنگاه دیگر از آن شد.

3- R. M. Solow

رشد پایدار ساخت که هر پنج حقیقت یاد شده را دارا هستند.

۳- مدل‌های رشد درونزا

مدل‌های جدید رشد درونزا را می‌توان به دو دسته مدل‌های AK و R&D طبقه‌بندی نمود (جونز، ۱۹۹۵) جوهر بسیاری از تئوری‌های رشد درونزا در معادله AK منعکس شده است.^۶ در این جا (A) باید به عنوان جمله‌ای لحاظ شود که مبین عامل مؤثر تکنولوژی (دانش فنی) است، در حالی که (K) شامل سرمایه انسانی و فیزیکی است. فرم کلی مدل AK به صورت زیر می‌باشد:

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

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

و تعداد زیادی بنگاه است. اما در این مدل نیز به دلایل فنی، تکنولوژی هنوز برونزا است. (رومر، ۱۹۹۴) بدین ترتیب آخرین گام‌ها در این رابطه در دهه ۱۹۷۰ توسط نئوشومپتر گرایان^۱ برداشته شد. به کار بردن اصطلاح نئوشومپتر گرایان به علت تأکیدی است که شومپتر^۲ بر اهمیت قدرت انحصاری موقت، به عنوان نیروی محرکه فرایند ابداع داشته است و بدین دلیل گاهی به این مدل‌ها، مدل‌های نئوشومپتری نیز گفته می‌شود. (ختایی، ۱۳۷۸، ص ۲۹).

در اواخر دهه ۱۹۷۰ مدل‌های جمعی با بنگاه‌های زیادی (حقیقت شماره یک) و هر بنگاه دارای قدرت انحصاری (حقیقت شماره ۵) طراحی شدند. مناسبترین این مدل‌ها، مدل اویناش دیکسیت و جوزف استیگلتز^۳ بود. در اواخر دهه ۱۹۸۰ نیز کنسجاد^۴ (۱۹۸۵)، گروسمن و هلپمن^۵ (۱۹۸۹) و رومر (۱۹۹۴) مدل‌های رشد رقابت انحصاری را به وجود آوردند. جاد، از تحول تکنولوژی برونزا برای تداوم رشد اقتصادی بهره گرفت. گروسمن و هلپمن نیز ارتباط بین تجارت و رشد را مورد بررسی قرار دادند و مدلی طراحی کردند که با استفاده از تحلیل دینامیسم‌های انتقال، وقتی سطح درآمد به مقدار ثابتی می‌رسد، رشد متوقف می‌گردد. در هر یک از مدل‌های فوق، سود انحصاری محرک اکتشاف و ابداع است. رومر هر آنچه را که درباره آفرینش رشد پایدار از تحلیل‌های مدل سرریز آموخته بود، در مدل رقابت انحصاری به کار گرفت. وی دو مدل بسیار ساده

1- Neo - Schumpeterion

2- Schumpeter

3- Auinosh Dixite and Joseph Stiglitz

4- Kennette Judd

5- Grossman and Helpman

۶- ریشه مدل AK از کار فرانک نایت (۱۹۴۶) گرفته شده است. برای مطالعه بیشتر در این زمینه به (ختایی، ۱۳۷۸) مراجعه شود.

فعالیت‌ها اختصاص می‌دهند. هزینه‌های تحقیق و توسعه‌ای که این نهاده‌ها را ایجاد می‌کنند، توسط بنگاه‌هایی که در بازارهای رقابت انحصاری فعالیت می‌کنند پرداخت می‌گردد. (رومر، ۱۹۹۰؛ گروسمن و هلیمن، ۱۹۹۱) کارهای تجربی انجام شده براساس مدل AK متعلق به رومر (۱۹۸۷)، ربلو^۴ (۱۹۸۷)، بارو (۱۹۹۱)، آنگلندر و میلتن استات^۵ (۱۹۸۸) و بن حبیب و جوانیک^۶ (۱۹۹۱) می‌باشد. اگرچه بارو (۱۹۹۱)؛ منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) با داده‌های مقطعی مدل فوق را آزمون کرده‌اند، ولی آن را تأیید نکرده‌اند. در اغلب مطالعات مبتنی بر سری‌های زمانی نیز مدل فوق تأیید نگردیده است. (هادی زنوز و دیگران، ۱۳۷۶، صص ۲۸-۲۷) به تازگی نیز جونز (۱۹۹۵a) براساس روش‌های سری زمانی به آزمون این گروه از مدل‌ها پرداخته و نشان داده است که مدل‌های AK قادر به ارائه توصیف مناسبی از نیروهای هدایت کننده رشد در کشورهای توسعه یافته نیستند. (همان، ص ۲۰).

مدل‌های مبتنی بر R&D اهمیت تأثیر پژوهش و توسعه را بر نرخ‌های رشد عنوان می‌کنند. این مدل‌ها به جای دنبال کردن فرض نظریه نئوکلاسیک

(A) به صورت تابع نمایی به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود.

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

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. (برنارد، ۲۰۰۱) در این مدل‌ها بازده نزولی نسبت به سرمایه وجود ندارد. این امر می‌تواند ناشی از دو دلیل زیر باشد:

الف - به دلیل وجود برخی از اثرات خارجی هرگونه تمایل به بازده نزولی خنثی می‌گردد. و سرمایه‌گذاری (فیزیکی و انسانی) به افزایش در بهره‌وری منجر می‌شود که از عایدی خصوصی^۱ آن بیشتر است. بدین ترتیب این الگو امکان می‌دهد که افزایش در نرخ سرمایه‌گذاری منجر به رشد پایدار^۲ (با ثبات) گردد، به شرطی که صرفه‌جویی‌های قوی خارجی^۳ توسط خود سرمایه‌گذاری ایجاد شده باشد، بگونه‌ای که «در الگوی سولو $(Y = AK^\alpha L^{1-\alpha})$ برابر یک شود.

ب - تنوع رو به افزایش یا کیفیت در حال پیشرفت ماشین آلات یا نهاده‌های واسطه‌ای نیز تمایل به بازده‌های نزولی را خنثی می‌کند. در این تفسیر، K بیانگر تنوع یا کیفیت نهاده‌هاست. برای دستیابی به این تنوع، تحقیق و توسعه (R&D) لازم است و بنگاه‌ها نیز نیروی کار ماهر را بدین

1- Private gain 2- Sustained growth

3- Strong external economic

4- Reble

5- Englander and Miltle Statt

6-Benhahib and Jevanic

نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل برابر است یا:

$$g_Y = g_A = g \equiv \delta \cdot s^* \cdot L \quad (۶)$$

که s^* سهم نیروی کار اختصاص یافته به R&D در وضعیت یکنواخت و L مقدار کل نیروی کار در اقتصاد است. براساس این مدل، یارانه پرداختی به بخش R&D اقتصاد می‌تواند سهم کار اختصاص یافته به R&D را افزایش دهد؛ و بنابراین، موجب بالا رفتن نرخ رشد تعادلی شود. بزرگترین مشکل این مدل اثر مقیاس^۱ است. بدین معنا که براساس آن، با افزایش جمعیت کشور و تعداد نیروی کار، نرخ رشد سهم نیروی کار اختصاص یافته به R&D افزایش می‌یابد. این مشکل باعث تعذیلات فراوانی در آن گردیده که بسیاری از این تعذیلات منجر به از بین رفتن خصلت رشد درونزا در مدل شده است. (هادی زنوز و دیگران، ۱۳۷۶، صص ۲۸-۲۷).

مدل‌های R&D بیشتر توسط رومر (۱۹۹۰)؛ گروسمن و هلیمن (۱۹۹۱)؛ آقیون و هوایت^۲ (۱۹۹۲)؛ دی لانگ و سامرز^۳ (۱۹۹۱)؛ و فاگربرگ، ورسپاگن و کانیلز^۴ (۱۹۹۶)؛ گوئل و رم^۵ (۱۹۹۴) و... مورد آزمون تجربی قرار گرفته و در برخی موارد کمتر مورد تأیید تجربی قرار گرفته‌اند. در قسمت بعد برخی از کارهای انجام

و اثر برونزا بودن تغییرات تکنولوژیک، دارای این مزیت هستند که در جهت توصیف نیروهای مؤثر و تغییرات تکنولوژی تلاش می‌کنند. به طور کلی در این مدل‌ها، فرایند تکنولوژیک از پژوهش و نوآوری منتج می‌شود. کشف فنون جدید باعث افزایش بهره‌وری می‌شود و چنین اکتشافاتی، در نهایت منبع رشد بلند مدت هستند. معادله‌های اصلی چنین مدل‌هایی عبارتند از:

$$Y = K^{1-\alpha} (ALY)^{\alpha} \quad (۳)$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A \quad (۴)$$

که در آن، Y محصول، A بهره‌وری یا دانش و K سرمایه است. نیروی کار هم در تولید محصول (LY) و هم در پژوهش برای ابداعات (L_A) مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین ترتیب کل نیروی کار (L) مشتمل بر دو جزء زیر است:

$$LY + L_A = L \quad (۵)$$

در این مدل‌ها، نیروی کار شاغل در R&D (L_A)، با نرخ رشد دانش فنی ($\frac{\dot{A}}{A}$) مرتبط است. رومر و دیگران فرض می‌کنند که میزان نیروی کار ثابت است. بنابراین اقتصاد در وضعیت یکنواخت بوده و مسیر رشد تعادلی را زمانی که سهم نیروی کار شاغل در R&D ثابت است، دنبال می‌کند. در این مسیر رشد، محصول سرانه و نسبت سرمایه به کار با نرخ یکسانی رشد می‌کنند و این نرخ‌های رشد با

1- Scale Effect

2- Aghion and Howitt

3- Delong and Summers

4- Fagerberg, Verspagen and Caniels

5- Goel and Ram

شده بررسی خواهد شد.

عدم سرمایه گذاری کافی در ماشین آلات است. رابرت بارو (۱۹۹۱) که یکی از پژوهندگان مهم نظریات رشد درونزا است، با بررسی ۹۸ کشور طی دوره ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۵ نتیجه می گیرد کشورهای که تشکیل سرمایه انسانی بیشتری با توجه به سطح درآمد سرانه داشته اند، رشد سریعتری یافته اند. وی با پذیرش تفاوت در تشکیل سرمایه انسانی بر پایه ثبت نام در مدارس، الگوی خویش را بهبود بخشیده است.

منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲)، سه نمونه کشور را طی دوره ۸۵-۱۹۶۰ در نظر می گیرند. از این تعداد نمونه، ۹۸ کشور جزء تولید کنندگان غیر نفتی، ۷۶ کشور رو به توسعه و ۲۲ کشور عضو سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه (OECD) بوده که دارای جمعیتی بیش از یک میلیون نفر نیز بوده اند. این محققان الگوی خویش را برای تفاوت های موجود در تشکیل سرمایه انسانی بر پایه نسبت های ثبت نام در دوره دوم دبیرستان بهبود بخشیدند و مشاهده کردند که تشکیل سرمایه انسانی یک متغیر معنادار در رشد هر سه دسته از کشورها بوده است. نایت، لویزا و ویلیانوآ^۱ (۱۹۹۳) با بررسی روی ۷۶ کشور رو به توسعه و ۲۲ کشور عضو سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه نشان می دهند که رشد تولید برحسب هر کارگر (رشد سرانه هر نفر شاغل) در جهت مثبت با نسبت پس انداز و در جهت منفی با رشد جمعیت و سطح

۴- مروری بر تحقیقات انجام شده

رومر (۱۹۸۶) با در نظر گرفتن تابع تولید به شکل

$$Y=A(R)F(R_j, K_j, L_j) \quad (7)$$

به این نتیجه می رسد که مخارج تحقیق و توسعه بنگاه زام (R_j) ، می تواند بر مقدار دانش فنی (A) بیفزاید. به این ترتیب وی مخارج تحقیق و توسعه را عامل مهمی در روند تولید می داند و بر آن تأکید می نماید.

دی لانگ و سامرز (۱۹۹۱) مهمترین عامل برای توصیف تفاوت های عملکرد رشد بین کشورها را نوع خاصی از سرمایه گذاری (سرمایه گذاری در تجهیزات) می دانند. آنان توضیح می دهند که سهم تجهیزات از سرمایه گذاری به عنوان یک اثر خارجی (پیامد خارجی) روی رشد تأثیر می گذارد. ایشان استدلال می کنند کشورهای که کار تحقیق و توسعه را خود انجام می دهند، میزان زیادی از دانش حاصله را در تجهیزات متبلور می نمایند؛ همچنین کشورهایی که تولید کننده تجهیزات نمی باشند بلکه وارد کننده آن هستند، تجهیزات پیشرفته سطح متوسط تکنولوژی را در آنها بالا می برد. آنها با مطالعه کشورهای مختلف در می یابند، کشورهایی که دارای نرخ های رشد پایین هستند عملاً سهم پایینی از سرمایه گذاری در ماشین آلات و تجهیزات را نیز دارا هستند. به نظر آنها نرخ رشد کند می تواند ناشی از سیاست گذاری بد باشد، که یکی از عوارض آن

1- Knight, Loyza and Villanueva

درآمد سرانه اثر فوق‌العاده‌ای بر تفاوت رشد میان کشورها داشته‌اند و بخوبی توانسته‌اند تفاوت رشد‌ها را توضیح دهند.

گوئل و رم (۱۹۹۴) با انجام یک بررسی مقطعی از کشورها برای اندازه‌گیری اثر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی، آنرا عامل بسیار مهمی بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی می‌دانند. آنها در بررسی‌های خود از نمونه‌ای مشتمل بر ۵۲ کشور که شامل ۱۸ کشور توسعه یافته و ۳۴ کشور در حال توسعه بودند، استفاده کردند. گرچه ضریب برآورد شده برای مخارج تحقیق و توسعه برای گروه کشورهای در حال توسعه در پژوهش آنها به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است، اما آنها دریافتند که بهره‌وری ناشی از سرمایه‌گذاری در کشورهای در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته است. آنها همچنین ملاحظه نمودند که اهمیت پیشرفت‌های تکنولوژیک بر رشد کشورهای در حال توسعه بیش از کشورهای توسعه یافته بوده است.

در مدل دیگری که آنها در نظر گرفتند، ضریب سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه نسبت به حالت قبل بزرگتر و برای کل کشورها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. اما در این مورد نیز این ضریب برای کشورهای در حال توسعه به تنهایی معنی‌دار نبوده است. در مدل مذکور که ترکیبی از مدل‌های رشد به کار رفته توسط دانشمندانی همچون رابرت

اولیه درآمد سرانه ارتباط دارد. آنها در بررسی خویش همچنین نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی متغیری معنادار بوده و باعث می‌گردد تا بهره‌وری سرمایه‌گذاری مادی بالا رفته و رشد تولید تسریع گردد.

بارو و هالی^۱ با بررسی ۱۱۶ کشور طی سال‌های ۸۵-۱۹۶۵ نتیجه می‌گیرند که تفاوت میان کشورهای که دارای رشد کند بوده و کشورهایی که دارای رشد سریع هستند، بخاطر وجود ۵ عامل زیر بوده است:

۱- سطح درآمد سرانه اولیه نسبت به دستاورد آموزش و سلامتی با اثر منفی؛

۲- نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص ملی با اثر مثبت؛

۳- نسبت مصرف دولت (مخارج دولت) به محصول ناخالص ملی با اثر منفی؛

۴- گسست‌های بازار که براساس میزان وجود بازار سیاه در کشور قابل اندازه‌گیری است و با رشد رابطه معکوس دارد؛

۵- بی‌ثباتی سیاسی که توسط شمار انقلابات سیاسی در طول سال تعیین می‌گردد و با رشد رابطه منفی دارد؛

به نظر باور و هالی این متغیرها می‌توانند ۸۰ درصد از تفاوت در میزان رشد میان کشورها را به خوبی توضیح دهند.

لوین و رنلت^۲ (۱۹۹۲) با بررسی ۱۱۹ کشور طی دوره ۸۹-۱۹۶۰ نشان دادند که نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص داخلی و سطح اولیه

1- Barro and Whalle 2- Levine and Renelt

بارو، پل رومر، گریگوری منکیو، دیوید رومر و دیوید ویل می‌باشد، نسبت مخارج تحقیقاتی به تولید ناخالص داخلی، نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص داخلی و لگاریتم یک معیار از کسب دانش (درصدی از جمعیت در سن کار که در حال تحصیل در دوره دوم (دوره دبیرستان) می‌باشند)، به عنوان متغیرهای مستقل و نرخ رشد سرانه تولید هر نفر کارگر (شاغل) به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند.

آنها تحلیل می‌نمایند که اگر داده‌ها و اطلاعات برای مدت زمان طولانی‌تری در نظر گرفته شوند ممکن است در نتایج به دست آمده تغییر حاصل گردد و حتی این ضرایب ممکن است در کشورهای در حال توسعه معنی‌دارتر از کشورهای توسعه یافته گردند. آنها در تحلیل خود از اطلاعات مربوط به دو دوره ۸۸-۱۹۸۰ و ۸۵-۱۹۸۰ برای کشورها استفاده نمودند.

فاگربرگ، ورسپاگن و کانلیز (۱۹۹۶) با بررسی ۶۴ منطقه در آلمان، فرانسه، ایتالیا و اسپانیا طی دوره ۹۰-۱۹۸۰ نشان دادند که رشد در مناطق فقیر بر اثر ساختار صنعتی نامناسب و تحقیق و توسعه در سطح پایین، دچار مشکل شده است.

به نظر جونز و ویلیامز (۱۹۹۸)، فعالیت‌های تحقیق و توسعه دارای پیامدهای خارجی زیر هستند که می‌توانند بر رشد تأثیرگذار باشند:

۱- فعالیت‌های R&D توسط یک بنگاه، هزینه سایر بنگاه‌های رقیب را کاهش می‌دهد، زیرا موجب نشر دانش و افزایش مهارت کارگران از این

طریق می‌گردد.

۲- فعالیت‌های R&D باعث خلق ایده‌های جدید می‌گردند و به این ترتیب فرایندهای تولید قدیمی را از بین برده و تولیدات قدیمی را از رده خارج می‌کنند.

۳- با افزایش ابداعات و نوآوری‌ها از آنجا که ابداعات و نوآوری‌ها در حالت انحصاری خویش باقی نمی‌مانند، بنابراین هزینه‌های بنگاه‌ها کاهش می‌یابد.

آنها در تحقیق خویش نشان دادند که نرخ بازدهی اجتماعی ناشی از سرمایه‌گذاری‌های R&D حداقل ۲ تا ۴ برابر سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی است.

آقیون و هوایت (۱۹۹۸)، جونز (۱۹۹۹)، دینوپولوس و تامپسون^۱ (۱۹۹۹) در کارهای خود به نقش تحقیق و توسعه بر روی رشد تأکید نموده‌اند. آنها در دیدگاه خویش، فعالیت‌های بنگاه‌ها در زمینه ابداعات و اختراعات را منبع اصلی رشد اقتصادی در بلندمدت عنوان کرده‌اند.

کوهن و لوین تال^۲ (۱۹۸۹) و نی‌یری و لی‌هی^۳ (۱۹۹۹) مدل‌های اقتصادی خود از R&D را ارائه نموده‌اند. نیز کلر^۴ (۱۹۷۹) روی نقش مهارت‌های نیروی کار در جذب ظرفیت‌های تولیدی در قالب یک مدل کلان اقتصادی تأکید می‌نماید.

1- Dinopoulos and Tompson

2- Cohen and Levinthal

3- Neary and Leahy

4- Keller

ناشی از مخارج تحقیقاتی یک منبع مهم رشد بهره‌وری در این کشورها بوده است.

کامرون، پرودمن و ردینگ^۶ (۱۹۹۹) با استفاده از یک مدل پانل دیتا^۷ برای بخش‌های ۱۹ گانه صنایع کارخانه‌ای^۸ انگلیس طی سال‌های ۹۲-۱۹۷۲ نشان دادند دو عامل ابداعات داخلی و مبادله تکنولوژی (از کشورهای مقابل)، منابع مهم بالقوه برای بهره‌وری رشد هستند، که توسط سرمایه‌گذاری در R&D و تجارت بین‌الملل تحت تأثیر قرار می‌گیرند. آنها تحلیل می‌نمایند که سرمایه‌گذاری‌های R&D نرخ رشد ابداعات داخلی را افزایش داده و تجارت بین‌الملل نیز می‌تواند بر انتقال تکنولوژی بیفزاید.

جافی^۹ (۱۹۸۶) با استفاده از داده‌های آماری انگلیس و سایر کشورها نشان می‌دهد که تغییرات برونزا در سطوح تکنولوژی (فرصت‌های تکنولوژیکی) و مخارج R&D انجام شده توسط بنگاه‌های غیرانگلیسی، بهره‌وری مخارج R&D

آقیون و هوایت (۱۹۹۲)، (۱۹۹۷)؛ گروسمن و هلمپن (۱۹۹۱) و رومر (۱۹۹۰) در قالب مدل‌های رشد درونزا نشان دادند سودآوری ناشی از انحصارات بالقوه می‌تواند حساسیت بیشتری جهت افزایش سرمایه‌گذاری روی R&D ایجاد نماید. تمرکز بر ابداعات توسط بسیاری از ادبیات تجربی دیگر نیز تأیید گردیده است.

کامرون^۱ (۱۹۹۸) و لاورنس و وین استاین^۲ (۱۹۹۹) با یک چارچوب تجربی مدل‌سازی رشد بهره‌وری در سطح صنایع ژاپن و نیز ژاپن و کره نشان دادند که ابداعات و مبادلات تکنولوژی که حاصل فعالیت‌های R&D هستند، منابع بالقوه مهمی برای رشد بهره‌وری هستند. نیز رنن^۳ (۱۹۹۹) رشد بهره‌وری را در ۱۴ صنعت از ۱۲ کشور توسعه یافته بررسی کرده و همین نتایج را کسب نموده است.

گریلیچز (۱۹۸۰) و گریلیچز و لیچتنبگ^۴ (۱۹۸۴a) رابطه بین R&D و رشد بهره‌وری عوامل تولید را در سطح بنگاه و صنعت بررسی نمودند و نتیجه گرفتند رشد بهره‌وری عامل تولید رابطه مثبت و معنی‌داری به لحاظ آماری با مخارج R&D دارد و این موضوع با این ایده که مخارج R&D رشد بلندمدت را از طریق نوآوری‌ها بهبود می‌بخشد، سازگاری دارد.

ایتون و کورتوم^۵ (۱۹۹۶)، (۱۹۹۷) و (۱۹۹۹) مدل‌های رشد درونزا را به کار گرفته و با استفاده از داده‌های آماری کشورهای فرانسه، آلمان، ژاپن، انگلیس و آمریکا نشان دادند سرریز دانش فنی

1- Cameron

2- Lawrence and Weinstein

3- Renen

4- Griliches and Lichtenberg

5- Eaton and Kortum

6- Cameron, Proudman and Redding

7- Panel Data

8- Manufacturing Industries

9- Jaffe

بررسی الگوها از آزمون سری‌های زمانی استفاده کرده‌اند. متغیر وابسته در این بررسی‌ها، نرخ رشد محصول ناخالص داخلی طی دوره (۱۳۷۷-۱۳۳۸) می‌باشد. برای آزمون مدل AK یک بار از متغیر توضیحی نسبت سرمایه‌گذاری به محصول ناخالص داخلی، و بار دیگر از متغیر نسبت سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات به محصول ناخالص داخلی استفاده شده است. در مدل R&D نیز متغیر توضیحی عبارت بوده است از نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی (شاغلان تحقیقاتی) به کل شاغلان. در هر دو مورد آنها نتیجه می‌گیرند که هر دو مدل AK و R&D نمی‌توانند در اقتصاد ایران کاربرد داشته باشند.

۵- معرفی مدل

مدل‌های متعددی بیانگر اثرات عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی هستند. یکی از این مدل‌ها از سوی گوتل و رم (۱۹۹۴) برای یک مطالعه بین‌المللی مشتمل بر ۵۲ کشور که ۱۸ مورد آن توسعه یافته و بقیه جزء کشورهای در حال توسعه بوده‌اند، ارائه شده است. در تحقیق انجام شده بر نقش بارز مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی تأکید شده و بر این نکته صحه گذاشته که مخارج تحقیق و توسعه سهم بیشتری را در کشورهای در حال توسعه نسبت

انجام شده توسط بنگاه‌ها در انگلیس را از طریق اثر سرریز افزایش می‌دهد.

ایوانز^۱ (۲۰۰۰) با استفاده از مدل‌های مورد استفاده رایج از رومر (۱۹۹۰)؛ بارور و سالایی مارتین (۱۹۹۵) و آقون و هوایت (۱۹۹۸) و نیز کاربرد داده‌های آماری کشور آمریکا برای سال‌های (۱۹۲۹ - ۱۸۲۰) و نیز (۱۹۹۸-۱۹۷۴) نشان می‌دهد روند نرخ رشد اقتصادی حساسیت چندانی به روند ابداعات و نوآوری‌ها نشان نداده است. در تمامی مدل‌های مزبور، روند نرخ رشد به طور درونزا با گسترش ابداعات افزایش می‌یابد. به این ترتیب وی نتیجه می‌گیرد مدل‌های رشد درونزای مبتنی بر ابداعات^۲ نمی‌توانند قویا مفید واقع شوند. در کارهایی که از جانب جفری.آی. برنستین^۳ (۱۹۹۲)، همچنین جیمز.دی.آدامز^۴ (۲۰۰۰) انجام گرفته است بر نقش سرریز تحقیق و توسعه بین‌المللی بر رشد کشورها تأکید شده است. آنها در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده‌اند که سرریز بین‌المللی تحقیق و توسعه از کشورهای پیشرفته به کشورهای در حال توسعه باعث افزایش بهره‌وری عوامل تولید و در نتیجه سریعتر شدن رشد اقتصادی آنها گردیده است.

هادی زنوز، فرزین و عرب مازاریزدی (۱۳۷۶)، قابلیت کاربرد الگوهای رشد درونزا در اقتصاد ایران را با استفاده از دو نوع مدل، یکی مبتنی بر سرمایه‌های فیزیکی و انسانی (AK) و دیگری مبتنی بر پژوهش و توسعه (R&D) مورد آزمون قرار داده‌اند. آنها در تحقیق خویش برای

1- Ivans

2- Innovation-based endogeneous growth models

3- Jeffrey L. Bernstein 4- James D. Adams

تقسیم اولین جمله سمت راست معادله در (L) به رابطه زیر می‌رسیم:

$$\left(\frac{dY}{dt}\right) = \left(\frac{\partial F}{\partial L} * \frac{dL}{dt} * \frac{1}{Y} * \frac{L}{L}\right) + \left(\frac{\partial F}{\partial K} * \frac{dK}{dt} * \frac{1}{Y}\right) + \left(\frac{\partial F}{\partial R} * \frac{dR}{dt} * \frac{1}{Y}\right) \quad (10)$$

و یا

$$\left[\frac{\frac{dY}{dt}}{Y}\right] = \left[\frac{\frac{\partial F}{\partial L}}{\frac{Y}{L}} * \frac{\frac{dL}{dt}}{L}\right] + \left[\frac{\frac{\partial F}{\partial K}}{\frac{Y}{Y}} * \frac{\frac{dK}{dt}}{Y}\right] + \left[\frac{\frac{\partial F}{\partial R}}{\frac{Y}{Y}} * \frac{\frac{dR}{dt}}{Y}\right] \quad (11)$$

اما $(\frac{dY}{dt}/Y)$ و $(\frac{dL}{dt}/L)$ بیانگر نرخ رشد متغیرهای (Y) و (L) در طول زمان هستند و می‌توان آنها را به ترتیب با Y و L نمایش داد. عبارت $(\frac{dK}{dt})$ بیانگر تغییر در انباشت سرمایه در طول زمان می‌باشد که در واقع همان سرمایه گذاری انجام شده در دوره مذکور است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{dK}{dt} = I_K \quad (12)$$

که در آن I_K بیانگر سرمایه گذاری فیزیکی می‌باشد. همچنین عبارت $\frac{dR}{dt}$ نیز که بیانگر تغییرات در ذخایر R&D در طول زمان است را می‌توان معادل

به کشورهای پیشرفته بر رشد اقتصادی داشته و دارند. البته مشروط بر اینکه در برآزش مدل‌ها، داده‌ها برای مدت زمان طولانی‌تری در نظر گرفته شوند؛ چنین امری مصداق عینی می‌یابد. علت این امر نیز تأخیر زمانی بین اثر مخارج تحقیقاتی روی رشد می‌باشد که در کشورهای در حال رشد، طولانی‌تر است و می‌بایست داده‌ها برای مدت زمان طولانی در نظر گرفته شوند تا نتیجه (نتایج) فوق‌الذکر حاصل گردد. مدل یاد شده، با یک تابع تولید کلی به شکل:

$$Y = F(K, L, R) \quad (8)$$

شروع می‌کند که در آن (Y) تولید کل، (L) نهاده نیروی کار، (K) نهاده سرمایه و (R) ذخیره دانش^۱ (ذخایر تحقیق و توسعه) می‌باشد. ذخیره دانش در این تابع تولید، به صورت یک نهاده تولیدی ظاهر شده که می‌تواند تولید کل را با میزان ثابتی از نیروی کار و نهاده سرمایه تحت تأثیر قرار دهد.

برای نشان دادن نقش تحقیقات بر رشد و توسعه اقتصادی، مدل غیرخطی^۲ سه متغیره تنظیم و برآورد می‌گردد. به این منظور با استفاده از دیفرانسیل‌گیری رابطه (۸) خواهیم داشت:

$$\left(\frac{dY}{dt}\right) = \left(\frac{\partial F}{\partial L} * \frac{dL}{dt}\right) + \left(\frac{\partial F}{\partial K} * \frac{dK}{dt}\right) + \left(\frac{\partial F}{\partial R} * \frac{dR}{dt}\right) \quad (9)$$

که در آن (t) نشانگر متغیر زمان می‌باشد. حال با تقسیم طرفین رابطه (۹) بر (Y) و همچنین ضرب و

1- 'The Total Stock of R&D or the Stock of "Knowledge"

2- Non-Linear Model

بحث بسیار مهمی که در این جا مطرح است این است که در مدل مذکور و چنین مدل‌هایی به طور کلی ممکن است برخی از جنبه‌ها همچون ماهیت وجود وقفه زمانی بین مخارج تحقیقاتی و افزایش بهره‌وری یا تولید، در نظر گرفته نشوند. برخی از صاحب‌نظران همچون راونسکرافت^۴ و شرر^۵ (۱۹۸۲) و گرلیچز (۱۹۷۳) در مقالاتی که ارائه کرده‌اند به انواع متعددی از وقفه‌های زمانی که ممکن است بین مخارج تحقیقاتی و تغییر در بهره‌وری یا تولید رخ دهند، اشاره نموده‌اند. به عنوان نمونه، موارد وقفه زمانی را می‌توان به صورت زیر مطرح کرد:

۱- وجود وقفه زمانی بین مخارج تحقیقاتی و تکمیل (اتمام) پروژه‌ها؛

۲- وجود وقفه زمانی بین اتمام پروژه‌ها و آغاز فرایند افزایش در تولید یا بهره‌وری؛

۳- الگوی زنگوله‌ای شکل مسیر زمانی افزایش بازدهی یا تولید؛

بررسی‌ها نشان می‌دهد که وقفه زمانی در مورد تحقیقات کاربردی ۲ سال و در مورد تحقیقات پایه (مثلاً صنایع ایالات متحده آمریکا) ۵ سال است، حال آنکه چنین وقفه زمانی در مورد کشورهای در حال توسعه و عقب مانده بسیار بیشتر از ۲ و یا ۵ سال است. (گوئل و رم، ۱۹۹۴).

به هر حال، با وضعیت سیستم گردآوری

سرمایه‌گذاری‌های انجام شده روی تحقیق و توسعه در دوره موردنظر تلقی کرده و آن را با I_R نمایش داد. در این جا I_R به عنوان نماینده‌ای^۱ برای مخارج تحقیق و توسعه در نظر گرفته می‌شود.

در معادله (۱۱) عبارت $(\frac{\partial F}{\partial Y} / \frac{\partial L}{L})$ بیانگر درصد تغییرات در تولید نسبت به درصد تغییر در نهاده نیروی کار می‌باشد. به عبارت دیگر این عبارت بیانگر کشش تولید نسبت به نهاده نیروی کار می‌باشد و آن را با β_L نمایش می‌دهیم. عبارت $(\frac{\partial F}{\partial K})$ و $(\frac{\partial F}{\partial R})$ نیز بیانگر تولیدات نهایی دو نهاده R و K هستند که با در نظر گرفتن متغیر زمان می‌توانند برآوردی از نرخ بازدهی واقعی نهاده‌ها نیز باشند. این دو عبارت را به ترتیب با علائم مشخصه α_K و α_R نمایش می‌دهیم. حال با توجه به آنچه که در بالا آمد، می‌توان معادله (۱۱) را به شکل زیر بازنویسی نمود:

$$Y = \beta_L * L + \alpha_K * (\frac{I_K}{Y}) + \alpha_R * (\frac{I_R}{Y}) \quad (13)$$

با در نظر گرفتن یک عبارت ثابت α (عرض از مبدا^۲) و یک جزء اخلاص^۳ (u) و اضافه کردن متغیر زمان (t) به معادله (۱۳) رابطه زیر حاصل می‌گردد.

$$Y = \alpha + \beta_L * L_t + \alpha_K * (\frac{I_K}{Y})_t + \alpha_R * (\frac{I_R}{Y})_t + u_t \quad (14)$$

در برآورد این مدل از مخارج تحقیق و توسعه که برحسب درصدی از تولید ناخالص داخلی عرضه می‌گردد، به عنوان نماینده‌ای برای $(\frac{I_R}{Y})$ استفاده می‌گردد.

1- Proxy

2- Intercept

3- Error Term

4- Ravenscraft

5- Scherer

اطلاعات و داده‌ها که در نظام آماری کشورها وجود دارد، نمی‌توان اطلاعاتی سودمند در مورد ساختار تأخیرات میان متغیرهای مذکور به دست آورد. این مسئله در تمامی کشورهای در حال توسعه و حتی پیشرفته نیز وجود دارد، تا آنجا که گریلیچز می‌گوید: «به نظر نمی‌رسد کسی قادر باشد به سؤالات موجود در مورد ساختار وقفه زمانی میان متغیرهای مخارج تحقیق و توسعه و رشد تولید یا بهره‌وری پاسخی قانع‌کننده بدهد» (همان، ص ۴۰۵). وجود چنین مشکلی می‌تواند اثرات برآوردهای مخارج تحقیق و توسعه را بر روی رشد اقتصادی کمتر از حد واقع نشان دهد. به این ترتیب، احتمال اینکه این برآوردها اثرات مخارج تحقیق و توسعه را بر رشد اقتصادی بیش از حد واقع نشان دهند بسیار ضعیف است.

نکته مهم دیگر در این جا این است که ممکن است برخی از عوامل که بر رشد تولید مؤثرند، در مدل فوق موجود نباشند. همچنین عواملی نیز که بر میزان اثرگذاری مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی تأثیرگذار هستند، در مدل لحاظ نشده باشند. به عنوان مثال یکی از این عوامل درجه باز بودن^۱ اقتصاد است. باز بودن اقتصاد می‌تواند روی رابطه بین مخارج تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی تأثیرگذار باشد. مثلاً یک اقتصاد باز می‌تواند منافعی را (الف) از ناحیه نوآوری فنی یا مدیریتی (کارایی داخلی و کارایی پویا) بر اثر فشارهای ناشی از رقابت بین‌المللی و (ب) ارتقای توانایی دستیابی به صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس

(کارایی فنی) کسب نماید. (پیشین). به علت کمبود اطلاعات، همچنین ضعف در سیستم گردآوری داده‌های نظام آماری کشور، این جنبه‌ها را نیز نمی‌توان در مطالعه مذکور مدنظر قرار داد. به این ترتیب در گام اول معادله (۱۴) برآورد می‌گردد. مدل دیگری نیز در این جا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل، در واقع ترکیبی از مدل‌های رشد به کار رفته در مطالعات اخیر می‌باشد که توسط دانشمندانی همچون رابرت بارو، پل رومر، کریگوری منکیو، دیوید رومر و دیوید ویل صورت گرفته است. (بارو، ۱۹۹۱) و در تمامی آنها نقش مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است. (رومر، ۱۹۹۲) در عین حال که شکل مدل‌های به کار گرفته شده توسط این افراد در بررسی‌های انجام شده با هم متفاوت است، ولی مدل مذکور ترکیبی از آنها بوده و می‌تواند مفید واقع گردد.

این مدل می‌تواند به صورت معادله (۱۵) در نظر گرفته شود.^۲ (اگوئل ورم، ۱۹۹۴)

$$Y_{PCt} = \alpha_0 + \alpha_1 \left(\frac{IK}{Y} \right)_t + \alpha_2 \left(\frac{IR}{Y} \right)_t + \eta(LD)_t + \mu(LSCH)_t + u_t \quad (15)$$

1- Degree of Openness

۲- برای دستیابی به مدل فوق، مدل ذیل به صورت چهار متغیره براساس نرخ‌های رشد برآورد می‌گردد: (حمیدی‌زاده،

(۱۳۷۷)

$$Y_{PC} = F(K, R, D, SCH) = \alpha \cdot K^\alpha \cdot R^\beta \cdot D^\beta \cdot SCH^\beta$$

که در آن:

Y_{Pct} : نرخ رشد سرانه تولید هر کارگر در دوره
مورد بررسی (نرخ رشد سرانه تولید شاغلین)؛
«0»: پارامتر ثابت و عرض از مبدأ رگرسیون؛
LD: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
بزرگسالان (ADULT)؛
LSCH: لگاریتم طبیعی یک معیار از کسب دانش
(SCH): درصدی از جمعیت در سن کار و فعالیت
هستند که در حال تحصیل در دوره دوم (دوره
دبیرستان می‌باشند)؛
 u_t : عامل اختلال و t : بیانگر زمان می‌باشد.

۶- داده‌های آماری

۱-۶ نرخ رشد

برای متغیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی
(GGDPFR) از داده‌های مربوط به تولید ناخالص
داخلی به قیمت عوامل و به قیمت ثابت (۱۳۶۱)
استفاده شده و نرخ رشد آن محاسبه گردیده است.
آمار مربوط به تولید ناخالص داخلی از سازمان
مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (برنامه و بودجه)
(سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور،
۱۳۷۶؛ ۱۳۷۸) و بانک مرکزی (بانک مرکزی،
۱۳۷۸) استخراج گردیده‌اند.

متغیر نرخ رشد سرانه تولید ناخالص داخلی
هر نفر شاغل (GGDPFRL) با استفاده از
داده‌های تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل و به
قیمت ثابت (۱۳۶۱) محاسبه گردیده است. آمار
مربوط به تعداد شاغلین از سازمان مدیریت و

برنامه‌ریزی کشور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
کشور، ۷۹-۱۳۷۸) استخراج گردیده است. در
مورد آمار مربوط به اشتغال ارائه توضیحات زیر
ضروری است.

شاید بهترین روش برای محاسبه نوسانات
اشتغال، اندازه‌گیری ساعات کار انجام شده طی
سال‌های مورد بررسی باشد. لیکن به دلیل نبود
داده‌های لازم آماری به جای ساعات کار، شمار
شاغلان مورد استفاده قرار گرفته است. موضوع
دیگر در این رابطه تغییر در تعاریف اشتغال در سر
شماری‌های مختلف آماری است که بخشی از
نوسانات اشتغال به آن مربوط می‌گردد. در سر
شماری سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵، افرادی که در
هفته ۸ ساعت و بیشتر کار کرده‌اند، شاغل به
حساب آمده‌اند؛ حال آن که در سرشماری سال
۱۳۶۵ و آمارگیری سال ۱۳۷۰ و همچنین
سرشماری سال ۱۳۷۵ کسانی که در هفت روز
گذشته (قبل از مراجعه مأمور سرشماری) دست کم
دو روز کار کرده‌اند، جزء شاغلین به حساب
آمده‌اند. همچنین در سرشماری سال ۱۳۶۵ و
آمارگیری جاری جمعیت در سال ۱۳۷۰ بیکاران
فصلی در شمار شاغلان منظور شده‌اند، در حالی که
در سرشماری‌های قبلی این افراد تحت عنوان بیکار
فصلی طبقه‌بندی شده‌اند. (مرکز آمار ایران، ۱۳۴۵
تا ۱۳۷۵).

بالاخره وجود مشاغل غیر رسمی در مقیاس
گسترده آماری، می‌تواند اشتغال را از واقعیت دور
سازد. در واقع، معلوم نیست که در موقع مراجعه

مأموران سرشماری، آیا افرادی که شغل غیر رسمی دارند خود را شاغل نامیده‌اند یا خیر. برای متغیر نرخ رشد شاغلین در کشور با استفاده از آمارهای مذکور در قبل، نرخ رشد سالانه آن محاسبه شده و مدنظر قرار گرفته است. (مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، ۱۳۷۷).

۲-۶ نرخ سرمایه‌گذاری

برای متغیر نرخ سرمایه‌گذاری (IKGDP)، ارقام مربوط به سرمایه‌گذاری ناخالص داخلی به قیمت ثابت (۱۳۶۱)، از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۷۸؛ ۱۳۷۶) و بانک مرکزی استخراج شده و سپس با استفاده از ارقام مربوط به تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل و به قیمت ثابت (۱۳۶۱) نرخ مذکور محاسبه گردیده است.

برای متغیر نسبت مخارج تحقیقاتی به تولید ناخالص داخلی (IRGDP)، نیز از آمارهای مربوط به مخارج تحقیقاتی دولتی از محل بودجه عمومی استفاده گردیده و نسبت مذکور محاسبه شده است. آمار مربوط به مخارج تحقیقاتی از مجلس شورای اسلامی (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۸) و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور استخراج گردیده است.

۳-۶ لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه بزرگسالان (ADULT)

برای متغیر مذکور، ابتدا با استفاده از

سالنامه‌های مختلف آماری تعداد افراد بالای ۱۵ سال (ADULT) استخراج گردیده و در سال‌هایی که آمار مذکور موجود نبوده، با استفاده از نرخ متوسط رشد سالانه برآورد گردیده است. سپس با استفاده از ارقام مربوط به تولید ناخالص داخلی به قیمت عوامل و به قیمت ثابت (۱۳۶۱)، تولید ناخالص داخلی سرانه بزرگسالان محاسبه شده و متغیر مذکور (LD) با گرفتن لگاریتم طبیعی از داده‌ها ایجاد شده است. براساس اولین گزارش ملی توسعه انسانی جمهوری اسلامی ایران افراد بالاتر از ۱۵ سال بزرگسال نامیده شده‌اند. (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۷۸، ص ۵۸)

۴-۶ لگاریتم طبیعی یک معیار از کسب دانش

برای متغیر مذکور، ابتدا تعداد دانش‌آموزان در حال تحصیل در دوره دوم با استفاده از آمار نامه آموزش و پرورش (وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۹) استخراج گردیده و برای سال‌های برنامه سوم توسعه نیز مقدار این دانش‌آموزان با توجه به متوسط نرخ رشد سال‌های اخیر (دو سال اخیر) محاسبه گردیده و برآورد شده است. سپس آمار مربوط به جمعیت در سن کار و فعالیت، نیز با استفاده از سالنامه‌های مختلف آماری محاسبه و برای برخی سال‌ها نیز برآورد گردیده است. در ادامه نسبت این دو متغیر محاسبه شده و از حاصل آنها لگاریتم طبیعی گرفته شده است تا به متغیر موردنظر (LSCH) رسیدیم.

لازم به توضیح است منظور از دانش‌آموزان

کمتر و حدود ۰/۰۵ شده است نتیجه می‌گردد. همچنین متغیر (IKGDP) با ۲ و ۳ دوره تأخیر زمانی علیت گرانجری رشد تولید ناخالص داخلی شناخته شد. در این جا ذکر این نکته ضروری است که به لحاظ اقتصاد سنجی حتی در غیاب وقفه زمانی نیز ممکن است ضرایب به دست آمده معنی‌دار باشند، اما به لحاظ تئوری‌های موجود اقتصادی بهتر است وقفه‌ها منظور گردند. به خصوص در مواردی که تعداد مشاهدات بسیار زیاد باشد، از دست دادن چند مشاهده به دلیل در نظر گرفتن وقفه‌ها چندان آثار نامطلوب ندارد.

نکته قابل ذکر دیگر، آثار منفی بروز جنگ تحمیلی در ایران طی سال‌های ۶۷-۱۳۵۸ می‌باشد که اثرات بسزایی را بر متغیرهای مورد مطالعه داشته است. بدین لحاظ و برای از بین بردن آثار ناشی از جنگ تحمیلی از متغیر دامی^۲ (DU) استفاده گردیده است. موضوع دیگری که در این جا مدنظر قرار گرفته، نقش کم‌رنگ بیکاران در تولید و رشد تولید می‌باشد. به این منظور معادله (۱۵) برای متغیرهای وابسته GGDPFRL (نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه شاغلین) و GGDPFRH (نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه) برآورد گردید.

در برآورد مدل (۱۴) از متغیرهای IKGDP و IRGDP به ترتیب با (۵) و (۲) دوره وقفه زمانی

دوره دوم تحصیلی بر پایه طبقه‌بندی بین‌المللی استاندارد آموزشی (ISCED)، مجموع دانش‌آموزان دوره راهنمایی تحصیلی، متوسطه و دبیرستان، دبیرستان، هنرستان و پیش دانشگاهی هستند. (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۷۸، صص ۶۰-۲۵۹) همچنین منظور از جمعیت در سن کار و فعالیت در ایران، جمعیت بین (۶۴-۱۰) سال می‌باشد (همان، ص ۲۵۰)

۷- آزمون مدل در اقتصاد ایران

با توجه به آنچه که قبل از این آمد و نیز با استفاده از داده‌های آماری موجود برای اقتصاد ایران و کاربرد روش حداقل مربعات معمولی (OLS) معادلات (۱۴) و (۱۵) برآورد گردیده‌اند. دوره مورد بررسی ۷۹-۱۳۴۹ بوده است که نتایج حاصل از آن را در ادامه مرور می‌نماییم.

همانگونه که قبلاً توضیح داده شد کارهای تجربی انجام گرفته توسط اکثر محققان حکایت از وجود وقفه بین رشد سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و نرخ رشد تولید، دارند. همچنین از آنجا که سرمایه‌گذاری فیزیکی نیز اثر خود را روی تولید و رشد اقتصادی با تأخیر می‌گذارد، بنابراین برای دوره مورد بررسی ابتدا با استفاده از آزمون علیت گرانجری^۱ مشاهده گردیده که متغیر (IRGDP) با ۵ و ۶ دوره تأخیر علیت گرانجری متغیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی می‌باشد، حال آنکه عکس این مطلب صحت ندارد. این مطلب با استفاده از آزمون علیت گرانجری که در آن احتمال مربوطه

1- Granger Causality Tests

2- Dummy Variable

استفاده شده و نتایج آن به دست آمد. در برآورد مدل معادله (۱۵) نیز دو گونه وقفه زمانی لحاظ گردید که به ترتیب برای متغیرهای IRGDP، IKGDP، ((۵)، (۲)) و ((۶)، (۳)) دوره بوده است.

معادلات (۱) و (۲) در جدول (۱) برآورد حاصل از مدل (۱۴) می‌باشند. تنها تفاوت معادله اول و دوم در وجود متغیر دایمی برای دوران جنگ تحمیلی در معادله اول است. در برآورد تمامی معادلات مزبور ضریب متغیر IRGDP مثبت به دست آمده است که حاکی از وجود رابطه همبستگی مثبت بین نسبت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی است. و با توجه به این مطلب، این فرضیه را که رابطه همبستگی مثبت بین نسبت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی وجود دارد، نمی‌توان رد کرد. ضریب متغیر IRGDP در مقایسه با ضرایب سایر متغیرها بزرگتر به دست آمده است و این امر به دلیل کوچک بودن اعداد مربوط به نسبت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه به GDP است. همانگونه که در توضیح مدل‌های مورد استفاده نیز آمد این ضریب می‌تواند نمایانگر نرخ بازدهی واقعی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه باشد؛ بنابراین می‌تواند این طور تفسیر گردد که به ازای هر واحد افزایش در سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه، افزایشی در تولید به میزان A واحد (که A همان ضریب حاصل در معادلات برآورد شده می‌باشد حاصل می‌گردد. ضریب متغیر IKGDP در تمامی برآوردهای حاصل منفی به دست آمده است و حکایت از

وجود رابطه همبستگی منفی بین نسبت سرمایه‌گذاری فیزیکی به GDP و رشد اقتصادی دارد. در نگاه اول، ممکن است این سؤال در ذهن خطور نماید که با توجه به تئوری‌های معتبر اقتصادی (تئوری‌های کلاسیک رشد که بر انباشت سرمایه تأکید می‌کنند و معتقدند هر عاملی که از انباشت سرمایه بکاهد باعث کندشدن رشد اقتصادی می‌گردد. (فرهنگ، ۱۳۷۸، ص ۱۶۹)) این ضریب باید مثبت باشد و این مطلب کاملاً منطقی است. اما در کشور ما ایران که اقتصاد آن وابسته به درآمدهای نفتی است با توجه به نوع متغیر مورد استفاده در مدل مزبور می‌تواند رابطه منفی حاصل گردد.

در اغلب تئوری‌های موجود اقتصادی (به عنوان مثال تئوری رشد هارود-دومار (ختایی، ۱۳۷۸، صص ۷-۳) بر تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری از طریق انباشت سرمایه تأکید شده است. این موضوع بدان معنی است که تغییر در انباشت سرمایه می‌تواند تغییر ظرفیت‌های سرمایه‌گذاری و در نتیجه افزایش تولید و رشد اقتصادی را در پی داشته باشد. با توجه به این مطلب انتظار معمول آن است که در یک مدل رگرسیونی که سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی به ترتیب به عنوان متغیرهای مستقل و وابسته در نظر گرفته شوند، ضریب مربوطه مثبت باشد. اما در مدل مطرح شده در اینجا، صحبت از نسبت IKGDP است نه میزان A (سرمایه‌گذاری فیزیکی) و افزایش این نسبت می‌تواند همراه با کاهش در رشد اقتصادی باشد و برای آن نیز دلایل توجیهی وجود دارد که در ادامه بررسی می‌شوند.

اقتصادی نسبت به سال ۱۳۶۹ کاهش یافت. مقدار IKGDP نسبت به سال مذکور افزایش یافت. از آنجا که اکتفا کردن به این مطالب جهت توجیه منفی بودن ضریب متغیر IKGDP کار درستی نمی‌باشد و ممکن است مطالب عنوان شده تنها در برخی از سال‌ها اتفاق افتاده باشند؛ بهتر آن دیدیم که مدل‌های مورد استفاده در این مقاله را در شرایطی که بخش نفت در اقتصاد را نادیده بگیریم نیز برآورد نماییم. در جدول (۱)، معادلات (۱۱) و (۱۲) نتایج حاصل از برآورد مدل‌های (۱۴) و (۱۵) در شرایطی که تولید ناخالص داخلی واقعی بدون نفت در نظر گرفته شود، را نشان می‌دهند. ملاحظه می‌گردد در این شرایط ضریب متغیر نسبت سرمایه‌گذاری فیزیکی به تولید ناخالص داخلی مثبت به دست آمده است و بنابراین گفته‌های قبلی را تأیید می‌نماید. بر این اساس باید توجه داشت که علت منفی شدن ضریب متغیر مربوطه نفت و اثرات آن بر تولید بوده است. شاید اگر درآمدهای نفتی را به عنوان یک متغیر مستقل وارد مدل می‌نمودیم نیز این ضریب مثبت به دست می‌آمد و ابهام موجود به آن ترتیب رفع می‌گردید. در هر حال در اینجا نیازی به این کار احساس نگردید. ضریب متغیر IRGDP را نیز با توجه به مطالب عنوان شده در بخش معرفی مدل می‌توان برآوردی از بازدهی سرمایه‌گذاری فیزیکی در نظر گرفت. به این ترتیب تفسیری مشابه آنچه برای ضریب متغیر IRGDP آورده شد در این مورد نیز مصداق می‌یابد. نکته قابل ذکر در اینجا تفاوت محسوس بین ضرایب برآورد شده برای این دو متغیر در معادلات

دلیل اول اینکه، افزایش نسبت IKGDP می‌تواند در نتیجه افزایش I (سرمایه‌گذاری) به میزانی بیش از افزایش در GDP و یا به دلیل کاهش I به میزانی کمتر از کاهش در GDP حاصل شود. به این ترتیب می‌توان در یک دوره خاص، افزایش سرمایه‌گذاری توأم با کاهش در GDP را شاهد بود که این مطلب می‌تواند بر نسبت IKGDP افزوده و رابطه معکوس بین متغیر مربوطه و رشد اقتصادی را نتیجه دهد. به عنوان مثال بالاترین نسبت‌های IKGDP را در اوایل انقلاب و دوران جنگ که رشد اقتصادی منفی بوده است، شاهد هستیم.

دلیل توجیهی دیگر می‌تواند وابسته بودن اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی باشد. از آنجایی که رشد اقتصادی در ایران تا حدودی متأثر از درآمدهای نفتی بوده و هست، بنابراین این امکان وجود دارد که حتی با کاهش در سطح سرمایه‌گذاری، مواجه با افزایش در سطح رشد اقتصادی گردیم. چنین امری در کشور ما می‌تواند تا حدی طبیعی باشد چرا که درآمدهای نفتی یک عامل مهم و مؤثر در رشد تولید - حداقل در کشور ما - می‌باشد.

به این ترتیب، در این حالت نیز با افزایش (کاهش) نسبت مذکور می‌توان کاهش (افزایش) رشد را شاهد بود. به عنوان مثال در سال‌های ۷۰-۱۳۶۹ که همزمان با اشغال کویت توسط عراق بود، افزایش در قیمت‌های نفت باعث افزایش رشد اقتصادی در ایران (البته تا حدودی) گردید، حال آن‌که نسبت IKGDP در سال ۱۳۶۹ نسبت به سال ۱۳۶۸ کاهش یافت. اما در سال ۱۳۷۰ که رشد

آماري معنی دار است و به این ترتیب می توان منفی بودن ضریب متغیر IKGDP را در مدل های برآورده شده تا حدی به دلیل اول نسبت داد که در نهایت منشأ اصلی آن نفت می باشد.

در تمامی معادلات مزبور ضریب متغیر GL، مثبت به دست آمده که حکایت از رابطه همبستگی مثبت بین رشد نیروی کار شاغل (سطح اشتغال) و رشد اقتصادی دارد. چنین موضوعی امر بسیار طبیعی است و در تمام نظریات موجود اقتصادی بر آن تأکید شده است. ضریب این متغیر کشش تولید نسبت به نیروی کار را نشان می دهد؛ بدین معنی که در ازای درصد تغییرات مشخصی در نیروی کار شاغل چند درصد متغیر در تولید حاصل می گردد. بدین ترتیب با توجه به ضرایب حاصله در تمامی معادلات رگرسیونی انجام شده، می توان گفت تولید نسبت به نیروی کار شاغل با کشش است.

متغیرهای مورد استفاده در مدل (۱۴) در معادلات برآورد شده (۱) و (۲) حدود ۶۰ درصد از تغییرات در رشد اقتصادی را توضیح می دهند. پایین بودن ضریب تعیین (R^2) در اینجا به دلیل در نظر نگرفتن سایر متغیرهای توضیحی رشد است که از آن جمله می توان به درآمدهای نفتی و... اشاره نمود. نکته قابل ذکر دیگر در اینجا این است که در معادله (۱) که متغیر دامی نیز وارد شده است ضریب متغیر IRGDP به لحاظ آماری معنی دار بوده

(۱۱) و (۱۲) در جدول (۱) می باشد که حاکی از چند برابر بودن نرخ بازدهی سرمایه گذاری های تحقیقاتی نسبت به سرمایه گذاری های فیزیکی است. این همان مطلبی است که بسیاری از محققان در سرتاسر جهان به آن رسیده اند و نمونه هایی از آنها را در بخش ۴ مقاله دیدیم و لازم به توضیح است چند رگرسیون دیگر نیز در شرایطی که اقتصاد بدون نفت در نظر گرفته شود انجام شد و در تمامی آنها ضریب IKGDP مثبت به دست آمد که به دلیل جلوگیری از زیاد شدن حجم مقاله در اینجا نیامده اند.

در این مقاله از مدل دیگری نیز برای نشان دادن این مطلب که نرخ رشد رابطه مثبت و مستقیم با نسبت سرمایه گذاری فیزیکی به تولید ناخالص داخلی دارد استفاده گردید. این مدل به صورت زیر در نظر گرفته شد:

$$Y_{PCt} = \varphi + \alpha(IKGD P)_t + \beta(IIRGD P)_t + \delta(GSCH)_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

که در آن:

Y_{PCt} نرخ رشد تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه بدون نفت، $IKGD P$ نرخ رشد انباشت سرمایه فیزیکی، $IIRGD P$ نرخ رشد مخارج تحقیق و توسعه و $GSCH$ نرخ رشد یک معیار از کسب دانش (در بخش قبلی توضیح داده شده است) می باشند.^۱ نتایج حاصل از آزمون این مدل در معادله (۱۳) جدول (۱) آمده است. همانگونه که ملاحظه می گردد ضریب متغیر $IKGD P$ مثبت و به لحاظ

۱- برای دستیابی به مدل فوق کافی است شکل کلی تابع تولید به صورت زیر در نظر گرفته شود:

$$Y_{PC} = f(K, SCH, R) = \phi K^{\alpha} SCH^{\beta} R^{\gamma}$$

است. و این مطلب بدان معنی است که این فرضیه را که ارتباط معنی داری به لحاظ آماری بین رشد مخارج تحقیقاتی و رشد تولید ناخالص داخلی وجود دارد نمی توان رد نمود. نیز ضریب متغیر نسبت مخارج تحقیقاتی به تولید ناخالص داخلی مثبت به دست آمد که این موضوع به معنای ارتباط مستقیم بین رشد مخارج تحقیقاتی و رشد تولید است. و با توجه به این مطلب، این فرضیه که رابطه بین مخارج تحقیقاتی و رشد اقتصادی مثبت است، یعنی همگام با افزایش رشد مخارج تحقیقاتی، رشد اقتصادی نیز افزایش می یابد نیز رد نمی گردد.

معادلات (۳)، (۴) و (۵) مندرج در جدول (۱) نتایج حاصل از برآورد مدل (۱۵) در حالتی که متغیر وابسته نرخ رشد تولید سرانه (GGDPFRH) باشد را نشان می دهند. ملاحظه می گردد علامت ضرایب متغیرهای IRGDP و IKGDP همان است که در مدل (۱۴) نتیجه شد. نکته قابل ذکر در اینجا این است که ضریب متغیر IRGDP در حالتی که طول وقفه بیشتر باشد دارای آماره t- استودنت بالاتری است و به لحاظ آماری تأیید می گردد. از آنجا که ضریب تعیین در این حال نسبت به حالتی که طول وقفه ها کمتر در نظر گرفته شده، (معادله (۵)) بیشتر است بنابراین متغیرهای توضیحی مورد مطالعه در مدل (۱۵) در حالتی که طول وقفه ها بیشتر باشد، رشد را بهتر توضیح می دهند. نیز بالاتر بودن آماره F در این حالت می تواند تأییدی بر خوب بودن برازش مدل باشد.

ضریب متغیر LSCH نیز در تمامی معادلات برآورد شده منفی است و نشان از همبستگی مثبت

بین متغیرهای نرخ رشد اقتصادی (نرخ رشد اقتصادی سرانه و یا نرخ رشد اقتصادی سرانه شاغلین) و معیار کسب دانش (SCH) دارد. به لحاظ اقتصادی، هر قدر سطح آموزش در کشور بیشتر باشد، به همان نسبت نیروی کار متخصص تر شده و تخصص در کارها باعث افزایش بهره وری و رشد تولید می گردد. لازم به توضیح است ضریب منفی در اینجا نشانه رابطه مثبت و مستقیم می باشد زیرا متغیر مورد استفاده لگاریتمی بوده و در تمامی سال های مورد مطالعه میزان آن منفی است. برای تأیید این مطلب یکبار رگرسیون را بدون حضور لگاریتم برای متغیر مربوطه برازش نمودیم که جهت جلوگیری از حجیم شدن مقاله نتایج آن آورده نشده است. لازم به ذکر است ضریب متغیر LSCH در تمامی معادلات مزبور به لحاظ آماری تأیید می گردد. (آماره t- استودنت حاصله در تمامی موارد) (به جز حالت وقفه های کوتاه مدت) بالاتر از ۲ می باشد. در مورد ضریب متغیر LD نیز بحث مشابهی همچون ضریب LSCH وجود دارد که جهت جلوگیری از حجیم شدن مقاله ارائه نمی گردد. این ضریب را می توان این گونه تفسیر نمود که هر قدر GDP سرانه بزرگسالان بیشتر باشد رشد اقتصادی سرانه بیشتر خواهد بود. البته تحلیل ضریب این متغیر در رگرسیون های مقطعی بین کشوری نمود بهتری دارد و نمایی از درجه همگرایی را نشان می دهد.

معادلات (۶) تا (۹) همگی نتایج برازش مدل (۱۵) را زمانی که متغیر وابسته نرخ رشد تولید سرانه شاغلین (GGPRFL) باشد، نشان می دهند در نظر

باشد که می‌بایست در مدل در نظر گرفته می‌شدند. همچنین ملاحظه می‌گردد با حضور متغیر دامی در مدل‌های مذکور بر میزان R^2 افزوده شده است.

۸- نتیجه‌گیری

دو برداشت همگرایی و گذر از رقابت کامل سرچشمه اصلی کارهای مربوط به رشد درونزا را تشکیل می‌دهند. در بحث همگرایی این مطلب که چرا درآمد سرانه کشورهای مختلف در حال نزدیک شدن به یکدیگر هستند مورد بررسی قرار می‌گیرد و تکنولوژی به عنوان عامل اساسی در این مورد شناخته می‌شود. به عبارت دیگر تغییرات تفاوت‌های تکنولوژیک کشورها عامل اساسی در اختلاف درآمدهای سرانه محسوب شده و تغییرات سریع تکنولوژی باعث از بین رفتن شکاف موجود درآمد سرانه بین کشورهای مختلف شده است. در گذر از رقابت کامل به وجود رقابت ناقص در بازار تکنولوژی و اطلاعات پرداخته می‌شود. به عبارت دیگر موضوع اساسی در این مورد به رقیب بودن کالای تکنولوژی مرتبط است. به عبارت دیگر تکنولوژی یک کالای رقیب فرض می‌شود که بنگاه‌ها با در اختیار گرفتن آن می‌توانند قیمتی بیش از صفر را دریافت نموده و سود ببرند. در مدل‌های رشد درونزا AK، سرمایه به دو بخش انسانی و فیزیکی تقسیم می‌شود. در این مدل‌ها نرخ رشد تکنولوژی تابعی از سطح سرمایه سرانه اولیه است. در مدل‌های رشد مبتنی بر R&D نیز بر تأثیر پژوهش و توسعه بر نرخ رشد اقتصادی تأکید می‌گردد. به عبارتی در این مدل‌ها، فرایند

گرفتن این متغیر به جای متغیر نرخ رشد تولید سرانه (GGDPFRH) به این دلیل صورت گرفت که ممکن است کسی بگوید بیکاران در تولید نقش چندانی ندارند. برای رهایی از این معضل و پاسخ به این سؤال از متغیر فوق استفاده گردید. انتظار معمول آن است در چنین شرایطی نتایج بهتری حاصل گردد و ضرایب به دست آمده و کل رگرسیون از معنا داری بیشتری برخوردار باشند. نظری به جدول (۱) و مقایسه ضرایب مربوط به متغیرها در هر دو حالت فوق مؤید این مطلب می‌باشد. نیز مقایسه ضرایب تعیین (R^2) در هر دو حالت حکایت از توضیح بهتر و بیشتر رشد توسط متغیرهای مورد بررسی در حالت دوم دارد. سایر نکات در این حالت مثل حالات قبل است.

ضریب متغیر IRGDP در مدل‌های برآورد شده (۱۴) و (۱۵) باستثنای برخی از حالات که از متغیر دامی (DU) استفاده نشده است (معادلات (۲) و (۵)) به لحاظ آماری معنی‌دار هستند و آماره t -استودنت حاصل برای آنها بیش از $1/75$ می‌باشد. این بدان معنی است که ضریب متغیر فوق در معادلات (۱) تا (۹) در سطح بیش از ۹۰ درصد (فاصله اطمینان ۹۰ درصد) معنادار بوده و تأیید می‌گردد. ضریب R^2 در مدل‌های برآورده شده فوق حداقل $0/50$ و حداکثر $0/73$ می‌باشد و حاکی از آن است که حداقل ۵۰ و حداکثر ۷۳ درصد از تغییرات در رشد GDPFRH، GDPFRL، GDPFR توسط متغیرهای مستقل لحاظ شده در مدل‌ها قابل توضیح هستند. دلیل پایین بودن ضریب R^2 می‌تواند در نظر نگرفتن متغیر یا متغیرهای دیگری

ترتیب که با افزایش مخارج تحقیق و توسعه در حال حاضر شاهد تغییرات در رشد تولید در ۵ و یا ۶ سال آینده (همانگونه که از آزمون علیت گرانجری حاصل شد) خواهیم بود.

۳- در تمامی برآوردهای حاصل از معادلات (۱۴) و (۱۵) ضریب متغیر نسبت سرمایه گذاری فیزیکی به تولید ناخالص داخلی (IKGDP) منفی به دست آمد که تا حدود زیادی به وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی ارتباط داشته و برای این امر در معادله ای جداگانه از تولید ناخالص داخلی بدون نفت استفاده شد و ضریب مذکور مثبت به دست آمد. دلیل دیگری نیز برای این امر وجود دارد که خوانندگان می توانند جهت مطالعه به بخش (۷) مراجعه نمایند.

۴- سطح آموزش در کشور ارتباط مستقیمی با رشد تولید دارد. به عبارتی هر قدر تعداد بیشتری از افراد بالای ۱۵ سال در کشور (ADULT) سطح آموزش دوره دبیرستان (دوره دوم تحصیلی) را پشت سر گذاشته باشند، رشد تولید بیشتر خواهد بود. این مطلب نتیجه تخصص بیشتر افراد مذکور در کار و در نتیجه افزایش بهره‌وری تولید می‌باشد. ضریب متغیر (LSCH) بیانگر این مطلب است.

۵- ضریب متغیر نرخ رشد نیروی کار (GL) در معادلات برآورد شده مثبت به دست آمد که حاکی از ارتباط مثبت بین رشد نیروی کار و رشد اقتصادی می‌باشد. ضریب این متغیر بیانگر کشش تولید نسبت به نیروی کار می‌باشد و نشان می‌دهد که در ازای درصد تغییرات مشخصی در نیروی کار چند درصد تغییر در تولید حاصل می‌شود.

تکنولوژیک از پژوهش و نوآوری منتج می‌گردد. به این ترتیب کشفیات جدید باعث افزایش بهره‌وری شده و در نهایت منبع رشد بلندمدت می‌گردند.

از طرف دیگر فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌توانند فرایندهای تولید قدیمی را از بین برده و آنها را از رده خارج نمایند. به این ترتیب روش‌های نوین در تولید به کار گرفته شده و بهره‌وری افزایش می‌یابد. نیز فعالیت‌های R&D توسط یک بنگاه، هزینه سایر بنگاه‌های رقیب را علی‌رغم افزایش بهره‌وری و مهارت کارگران، کاهش می‌دهد. نکته حائز اهمیت وجود وقفه زمانی بین رشد مخارج تحقیق و توسعه و اثرگذاری آن بر رشد تولید است، به گونه‌ای که این وقفه‌ها در کشورهای در حال توسعه بسیار بیش از کشورهای توسعه یافته و پیشرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که وقفه زمانی در مورد تحقیقات کاربردی ۲ سال و در مورد تحقیقات بنیادی ۵ سال (برای صنایع ایالات متحده آمریکا) است.

از آزمون مدل‌های رشد اقتصادی درونزای مبتنی بر R&D (معادلات (۱۴) و (۱۵) موجود در متن مقاله) در اقتصاد ایران به نتایج زیر می‌رسیم:

۱- ارتباط معنی‌داری به لحاظ آماری بین رشد

مخارج تحقیق و توسعه و رشد تولید ناخالص داخلی وجود دارد. به گونه‌ای که با افزایش روند رشد مخارج تحقیق و توسعه در کشور نرخ رشد تولید نیز افزایش و با کاهش یافتن روند رشد مخارج تحقیق و توسعه نرخ رشد تولید کاهش می‌یابد.

۲- اثرگذاری مخارج تحقیقاتی بر رشد اقتصادی در ایران با تأخیر همراه است، به این

جدول ۱: نتایج حاصل از برآورد مدل‌های معادلات (۱۴) و (۱۵)

معادله (۶)	معادله (۵)	معادله (۴)	معادله (۳)	معادله (۲)	معادله (۱)	شرح
دوره ۱۳۴۹-۷۹	دوره ۱۳۴۹-۷۹	دوره ۱۳۴۹-۷۹	دوره ۱۳۴۹-۷۹	دوره ۱۳۴۹-۷۹	دوره ۱۳۴۹-۷۹	
OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	روشن برآورد
^۲ GGDPFRL	GGDPFRH	GGDPFRH	GGDPFRH	GGDPFR	^۱ GGDPFR	متغیر وابسته
-۲۲۸/۸۶ (-۲/۴۳)	-۷۶/۵۶ (-۲/۳۵)	-۲۳۴/۸۴ (-۳/۲۶)	-۲۲۵/۲ (-۳/۷۳)	۵/۸۶ (۰/۹)	۴/۹۸ (۰/۷۹)	C (عرض از مبدأ) (آماره t)
(۳)-۱/۰۶ (-۵/۸۵)	(۲)-۱/۱۰ (-۴/۳۵)	(۳)-۱/۱۶ (-۳/۹۲)	(۳)-۱/۲۱ (-۵/۷۲)	(۲)-۰/۶۸ (-۳/۲۸)	(۲)-۰/۹۳ (-۳/۶۵)	IKGDP (تعداد وقفه‌ها) (آماره t)
(۶)۳۷/۶۵ (۳/۳۷)	(۵)۱۹/۰۶ (۱/۱۸)	(۶)۳۳/۳۸ (۲/۴۹)	(۶)۳۳/۷۰ (۲/۵۸)	(۵)۱۴/۰۸ (۱/۰۷)	(۵)۲۵/۶۲ (۱/۷۵)	IRGDP (تعداد وقفه‌ها) (آماره t)
--	--	--	--	۲/۲۷ (۲/۶۵)	۲/۵۲ (۲/۹۹)	GL (آماره t)
۰/۶۲ (-۴/۴۸)	۰/۲۱ (-۱/۱۱)	۰/۶۵ (-۳/۵۱)	-۰/۶۳ (-۳/۸۹)	--	--	LD (آماره t)
-۰/۳۴ (-۳/۶۹)	-۰/۲۰ (-۱/۶۶)	-۰/۳۲ (-۲/۳۲)	-۰/۳۰ (-۲/۸۰)	--	--	LSCH (آماره t)
--	--	-۱/۰۶ (-۰/۲۵۹)	--	--	۴/۷۶ (۱/۵۸)	DU (آماره t)
۰/۷۲	۰/۵۶	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۵۶	۰/۶۱	R ²
۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۵۰	۰/۵۳	R ⁻²
۲/۳۴	۲/۰۵	۲/۲۶	۲/۲۳	۱/۷۴	۲/۱۷	DW
۱۳/۰۲	۶/۹۳	۹/۲۹	۱۲/۱۶	۹/۵۵	۸/۲۸	F-stat

۱- نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۶۱

۲- نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه هر نفر شاغل به قیمت ثابت ۱۳۶۱

ادامه جدول ۱: نتایج حاصل از برآورد مدل‌های معادلات (۱۴) و (۱۵)

شرح	معادله (۷) دوره ۱۳۴۹-۷۹	معادله (۸) دوره ۱۳۴۹-۷۹	معادله (۹) دوره ۱۳۴۹-۷۹	معادله (۱۰) دوره ۱۳۴۹-۷۹	معادله (۱۱) دوره ۱۳۴۹-۷۹
روش برآورد	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
متغیر وابسته	GGDPFRL	GGDPFRL	GGDPFRL	GGDPFRNPH ^۱	GGDPFRNP ^۲
C (عرض از مبدأ) (آماره t)	-۲۲۳/۷۱ (-۳/۶۳)	-۱۴۰/۱۹ (-۱/۵۳)	-۱۰۷/۶۸ (-۱/۶۴)	-۲/۵۲ (-۲/۸۴)	-۱۱/۹۲ (-۲/۰۸)
IKGDP (تعداد وقفه‌ها) (آماره t)	۱-۰/۰۹ (-۴/۳۰)	۲-۰/۰۸ (-۲/۵۱)	۲-۰/۰۹ (-۴/۰۴)	۰/۷۶ (۲/۱۷)	۰/۱۳ (۰/۷۱)
IRGDP (تعداد وقفه‌ها) (آماره t)	۳۷/۸۳ (۳/۲۹)	۲۵/۵۶ (۱/۷۵)	۲۵/۷۳ (۱/۷۹)	۳/۱۶ (۱/۸۱)	۳۲/۶۵ (۲/۲۴)
GL (آماره t)	--	--	--	--	۳/۰۷ (۳/۶۶)
LD (آماره t)	-۰/۶۱ (-۳/۸۴)	-۰/۳۶ (-۱/۵۵)	-۰/۲۸ (-۱/۶۳)	-۰/۰۰۶ (-۲/۶۲)	--
LSCH (آماره t)	-۰/۳۳ (-۲/۷۵)	-۰/۳۰ (-۲/۰۶)	-۰/۲۵ (-۲/۳۰)	-۰/۰۰۱ (-۰/۱۲)	--
DU (آماره t)	۰/۵۷ (۰/۱۶)	-۲/۱۵ (-۰/۵۱)	--	-۱/۰۱ (-۰/۴۶)	--
R ²	۰/۷۲	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۵۷
R ⁻²	۰/۶۵	۰/۴۴	۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۴۸
DW	۲/۲۳	۲/۲۳	۲/۳۴	۲/۳۳	۲/۲۳
F-stat	۹/۹۲	۵/۰۶	۶/۴۹	۱۲/۷۰	۶/۵۳

۱- نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه بدون نفت به قیمت ثابت ۱۳۶۱

۲- نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بدون نفت به قیمت ثابت ۱۳۶۱

ادامه جدول ۱: نتایج حاصل از برآورد مدل‌های معادلات (۱۴) و (۱۵)

شرح	معادله (۱۲)	شرح	معادله (۱۳)
دوره ۱۳۴۹-۷۹		دوره ۱۳۴۹-۷۹	
روش برآورد	OLS	روش برآورد	OLS
متغیر وابسته	GGDPFRNP	متغیر وابسته	^۱ GGDPFRNPH
C (عرض از مبدأ)	-۱۲/۷۸ (-۲/۶۱)	C (عرض از مبدأ)	-۱/۲۱ (-۰/۶۸)
IKGDP (تعداد وقفه‌ها)	۰/۲۰ (۱/۲۴)	IKGDP (تعداد وقفه‌ها)	۰/۲۱ (۳/۱۶)
IRGDP (تعداد وقفه‌ها)	(۵)۲۸/۵۵ (۲/۲۲)	IRGDP (تعداد وقفه‌ها)	۰/۰۴ (۰/۹۹)
GL (آماره t)	۳/۰۶ (۴/۲۹)	GL (آماره t)	--
LD (آماره t)	--	LD (آماره t)	--
LSCH (آماره t)	--	LSCH (آماره t)	۰/۲۵ (۱/۷۰)
DU (آماره t)	-۲/۱۷ (-۱/۰۳)	DU (آماره t)	-۲/۴۷ (-۰/۹۷)
R ²	۰/۶	R ²	۰/۵۶
R ⁻²	۰/۵۲	R ⁻²	۰/۴۹
DW	۱/۲۸	DW	۲/۱۸
F-stat	۸/۰۲	F-stat	۸/۲

منابع

- ۱- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۷۸) خلاصه تحولات اقتصادی کشور ۱۳۷۸، اداره بررسی‌های اقتصادی.
- ۲- تیرل وال، ا.پ. (۱۳۷۸) رشد و توسعه با اشاره به کشورهای رو به توسعه، ترجمه: دکتر منوچهر فرهنگ؛ دکتر فرشید مجاور حسینی. وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات تهران.
- ۳- حاجی حسینی، حجت‌الله. (۱۳۷۲) توانایی‌های تکنولوژیکی عامل اصلی جذب تکنولوژی‌های خارجی و توسعه تکنولوژی داخلی، مجموعه مقالات دومین سمینار علم، تکنولوژی و توسعه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جلد اول.
- ۴- حمیدی زاده، محمدرضا. (۱۳۷۷) بررسی ساختار تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی در ایران، فصلنامه سیاست علمی و پژوهشی رهیافت، شماره ۱۸، بهار و تابستان.
- ۵- ختایی، محمود. (۱۳۷۸) گسترش بازارهای مالی و رشد اقتصادی، مؤسسه تحقیقات بانکی، پژوهشکده بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بهار.
- ۶- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (برنامه و بودجه). (۱۳۶۸) پیوست برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی.
- ۷- ----- (۱۳۷۸) سند برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، حوزه‌های فرابخشی.
- ۸- ----- (۱۳۷۸) نتایج آمارگیری از فعالیت‌های تحقیق و توسعه کشور، مرکز آمار ایران.
- ۹- سرداری، احمد. (۱۳۷۲) اثرات تحقیق و توسعه در ارتقاء کیفیت نیروی انسانی و بیان راه‌های انتقال تکنولوژی از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه (ایران)، مجموعه مقالات دومین سمینار علم، تکنولوژی و توسعه، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جلد اول.
- ۱۰- شورای پژوهش‌های علمی کشور. (۱۳۷۴) گزارش سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، فعالیت‌ها و چشم اندازها، فصلنامه سیاست علمی و پژوهشی رهیافت، شماره ۹، تابستان.
- ۱۱- مرکز آمار ایران. سالنامه‌های آماری کشور، سال‌های مختلف.
- ۱۲- مهدیانی، علیرضا. (۱۳۷۹) تحقیق و توسعه در جهان و جایگاه آن در ایران، خبرنامه تحقیقات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، سال اول، شماره ۴، فروردین.
- ۱۳- هادی زنوز، بهروز؛ فرزین، محمدرضا؛ عرب مازار یزدی علی. (۱۳۷۶) آزمون کاربرد الگوهای رشد درونزا در اقتصاد ایران، مجله برنامه و بودجه، شماره ۱۵، تیر.

1- Adams, James. D (2000) "Endogenous Spillovers and Industrial Research Prouctivity." NBER Working paper No W7484, January.

2- Aghion, P and Howitt, P (1992) "A Model of Growth Through Creative Destruction",

- Econometria, March: 323-51
- 3- Aghion, P and Howitt, P (1997) "Endogenous Growth Theory", MIT Press.
 - 4- Aghion, Philippe, and Howitt, Peter (1998) "Endogenous Growth Theory", Cambridge, MA: MIT Press
 - 5- Barro, Robert J (1991) "Economic Growth in a Cross Section of Countries", Quarterly Journal of Economics 106, May: 407-443.
 - 6- Barro, Robert J and Sala - I - Martin, Xavier (1995) "Economic Growth", NewYork: McGraw - Hill.
 - 7- Barro, R. And J. Whalee, (1993) "Losers and Winners in Economic Growth; Proceedings of the world Bank Conference of Development Economics."
(Washington, Dc World Bank, 1994).
 - 8- Baumol, William J (1986) "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What The Long-Run Data Show", American Economic Review 76, December: 1072-1085.
 - 9- Bernard, Andrew B (2001) "Trends and Transitions in The Long Run Growth of Nations".
Tuck School of Business at Dartmouth National Bureau of Economic Research, July.
 - 10- Branson, W. H (1979) "Macroeconomic Theory and Policy", (NewYork: Harper and Row Publishers).
 - 11- Cohen, W and Levinthal, D (1989) "Innovation and Learning: Two Faces of R&D", Economic Journal, 99, 569-96.
 - 12- Delong, Bradford, and Summers, Lawrence H (1991) "Equipment Investment and Economic Growth", Quarterly Journal of Investment and Economic Growth* . Quarterly Journal of Economics 106, May: 444-473.
 - 13- Dennison, E. F (1967) "Sources of Postwar Growth in Nine Western Countries", American Economic Review, May.
 - 14- Dinopoulos, Elias, and Peter Thompson (1999) "Reassessing the Empirical Validity of the Human-Capital Augmented Neoclassical Growth Model", Journal of Evolutionary Economics, 9:135-54.
 - 15- Evans, P (2000) "Are Innovation-Based Endogenous Growth Models Useful?", Department of Economics, Ohio State University, Columbus, August.

- 16- Eaton, J and Kortum, S (1996) "Trade in Ideas: patenting and productivity in the OECD", *Journal of International Economics*, 40, 251-78.
- 17- Eaton, J and Kortums (1997) "Engines of Growth: Domestic and Foreign Sources of Innovation", *Japan and The World Economy*, 9, 235-59.
- 18- Eaton, J and Kortums (1999) "International Patenting and Technology Diffusion: Theory and Evidence", *International Economic Review*, 40 (3).
- 19- Fagerberg, J., B. Verspagen and M. Canills (1996), "Technology, Growth, and Institute of International Affairs, December).
- 20- Goel Rajeav, K. and Ram, Rati (1994) *Research and Development Expenditures and Economic Growth: Across - Country Study*, E. D. C. C, No. 2, Vol.42 PP. 403-411
- 20- Griliches, (1980) "Returns to R&D expenditures in the Private Sector". in (eds) Kendrick, K and Vaccara, B, *New Developments in productivity Measurement*, Chicago University Press.
- 21- Griliches, Z and Lichtenberg, F (1998a) "R&D and Productivity Growth at The Industry Level: Is There Still a Relationship," in (ed) Griliches, Z, *R&D, Patents and Productivity*, NBER and Chicago University Press.
- 22- Grossman, G and Helpman, E (1991) "Innovation and growth in the global economy," MIT press.
- 23- Howard, Pack (1994) "Endogenous Growth Theory, Intellectual Appeal and Empirical shortcomings", *Journal of Economic Perspective*, Vol.8, No. 1, Winter.
- 24- Jaffe, A (1989) "Technological Opportunity and Spillover of R&D: Evidence From Firms, patents, profits, and Market Value", *American Economic Review*, 76, 984-1001.
- 25- Jeffrey I. Bernstein, Xiaoyi yan (1994) "International R&D Spillovers Between Canadian and Japanese Industries", NBER Working paper No W5401; July.
- 26- Jones, Charles I (1995a) "Time Series Tests of Endogenous Growth Models."
- 27- Jones, C and Williams, J (1998) "Measuring the Social to R&D", *Quarterly Journal of Economics*, 113, November 1119-35.
- 28- Keller, W (1997) "Are International R&D Spillovers Trade-related? Analyzing Spillovers among Randomly Matched Trade partners", *European Economic Review*, 42(8), 1469-81.
- 29- Knight, M. Loayza N. and Villanueva (1993). "Testing the Neoclassical Theory of Economic

- Growth", IMF Staff papers., 40, september.
- 30- Lawrence, R and Weinstein, D (1999)"Trade and Growth: Improt- Led or Export - Led? Evidence from Japan and Korea", NBER Working paper, 7264.
- 31- Levine, R. and D. Renelt (1992) "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", American Economic Review 82(4), September.
- 32- Mankiw. N. G; Romer D. and Weil D. N. (1992) "A Contribution to the Empirics of Economics Growth", Quarterly Journal of Economics. May.
- 33- Neary, P and Leahy, D (1999) "Absorptive Capaity, R&D Spillovers and Public Policy," University College Dublin, mimeo.
- 34- Rajeev K. Goel and Rati Ram (1994) "R&D Expenditures and Economic Growth; A cross-country study," Journal of Economic Development and cultural change,
- 35- Romer, P. M. (1988) "Incre a sing Returns and Long run Growth", Journal of Political Economy, October.
- 36- Romer, Paul M(1990) "Endogenous Technological Change", Journal of Political Economy 98, October: 571-5102.
- 37- Romer. Paul. M (1994) "The Origins of Endogeneous Growth", Journal of Economic Perspective, vol. 8 No,1. Winter.
- 38- Segerstrom, P (1991) "Innovation, Imitation, and Economic Growth", Jouranal of Political Economy, 99(4), 804-27.
- Quarterly Journal of Economics 110, May: 495-525.
- 39-Solow. Robert M.(1994) "Perspectives on Growth Theory", Journal of Economic Perspective, Vol. 8, No. 1, Winter.
- 40- Van Elkan, R (1996) "Catching up and Slowing Down: Learning and Growth Patterns in on Open Economy". Journal of International Economics, 41, 95-111.