

بررسی تأثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای تحقیق

و توسعه ایران

دکتر محمد علی متفکر آزاد^۱

غلامحسین رهنمای قراملکی^۲

چکیده

در این مطالعه به بررسی تأثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای تحقیق و توسعه ایران، طی دوره زمانی ۱۳۷۵-۱۳۸۵ پرداخته شده است. برای این منظور از فرم تبعی کاب-داگلاس استفاده گردیده و مدل مزبور به روش اقتصاد سنجی داده‌های تابلویی برآورد شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که طی دوره مزبور، مخارج R&D و شاغلان تحقیقاتی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر ارزش افزوده واحدهای R&D مورد بررسی داشته‌اند. لذا توصیه‌های سیاستی این مطالعه، حمایت دولت از فعالیت‌های R&D واحدهای R&D و توجه ویژه به کمیت و کیفیت شاغلان تحقیقاتی می‌باشد.

واژگان کلیدی: مخارج R&D، شاغلان تحقیقاتی، واحدهای R&D ایران، داده‌های تابلویی.

Keywords: R&D Expenditure, the Research Employees, Iran's R&D Units, Panel Data.

JEL Classification: O32, N15, C23.

^۱. (motafaker@tabrizu.ac.ir)

(G_rahnomay_q@yahoo.com)

^۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز

^۲. کارشناس ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی

۱- مقدمه

تحقیق و توسعه واژه‌ای است که از آغاز قرن بیستم مورد توجه قرار گرفته است. قبل از جنگ جهانی دوم امور مربوط به تحقیق و توسعه عمدتاً در صنایع نظامی آمریکا، اروپا و ژاپن متمرکز بود. پس از جنگ، فعالیت‌های R&D در صنایع غیر نظامی نیز مورد توجه قرار گرفت؛ به طوری که سرمایه‌گذاری کشورهای صنعتی در فعالیت‌های R&D موجب بهبود و توسعه تکنولوژی شد. بهبود و توسعه تکنولوژی نیز متعاقباً موجب ترقی ارزش افزوده کالاهای تولیدی شد. این امر به نوبه خود باعث ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه کاربرد نوآوری و توسعه تکنولوژی گردید و بدین طریق به حجم و پیچیدگی واحدهای R&D افزوده شد؛ چنین روندی موجب شد هر روز تکنولوژی‌های تکامل یافته تری برای دگرگونی بهتر منابع اولیه به منابع مصرفی طراحی، ایجاد و به کار گرفته شود که نهایتاً منجر به بهبود بیشتر محصولات گردید (داغبندان و صدفی، ۱۳۸۰: ۲۸۰-۲۷۹ و آذربایجانی، ۱۳۶۹: ۱۷). همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، تحقیق و توسعه پایگاه اصلی نوآوری و تغییرات فنی در فرایند تولید است و از این رو نقش به‌سزایی را در توسعه تکنولوژی و افزایش ظرفیت‌های تولیدی دارد. به عبارت دیگر تحقیق و پژوهش، از عوامل موثر در توسعه و رشد اقتصادی کشورها می‌باشد، به طوری که توجه به امر تحقیقات در کشورهای پیشرفته باعث توسعه تکنولوژی و تحول شگرف در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شده است. هم‌اکنون نیز سهم بودجه تحقیق و پژوهش در کل بودجه دولت، سهم ارزش افزوده تحقیقات در تولید ناخالص داخلی و نماگرهای دیگر در زمینه سهم تحقیقات در کل اقتصاد نشانگر میزان رشد و توسعه یافتگی جامعه می‌باشد (سایت مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹).

با توجه به مطالب فوق می‌توان بیان داشت که کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به توسعه و تداوم آن، باید فعالیت‌های تحقیق و توسعه را مورد توجه قرار دهند. به عبارت دیگر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، برای دستیابی به توسعه و تداوم آن امری اجتناب‌ناپذیر است؛ چرا که تنها با R&D می‌توان سطح کمی و کیفی محصولات و قابلیت رقابت آنها را در داخل و خارج کشور ارتقاء داد و به تولیدات جدید بر اساس نیازهای جامعه و گسترش زمینه‌های شغلی جدید مبادرت کرد.

بر خلاف کشورهای صنعتی، کشورهای در حال توسعه اخیراً به اهمیت R&D پی برده‌اند و سعی در تقویت آن نموده‌اند (ملت پرست و بداعی، ۱۳۸۰: ۱۳-۱۲). ایران از جمله کشورهای در حال توسعه است که در آن هر چند واحدهای R&D پس از جنگ تحمیلی ایجاد شده است (شهسوار جلاوت، ۱۳۸۰: ۲۵۴)؛ اما میزان اثر بخشی واحدهای R&D و رابطه بین فعالیت‌های تحقیقاتی و

ارزش افزوده آنها، هنوز چندان مشخص نیست. بنابراین این سوال مطرح است که آیا فعالیت‌های تحقیقاتی در واحدهای R&D ایران، نقشی در ایجاد ارزش افزوده این واحدها داشته‌اند؟ اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق نیز از این جنبه قابل بررسی است که تدوین استراتژی توسعه تکنولوژی و متعاقباً برنامه‌های توسعه اقتصادی مستلزم تعیین جایگاه واحدهای R&D و میزان تأثیرپذیری ارزش افزوده این واحدها از فعالیت‌های تحقیقاتی است. در واقع مطالعاتی که در این زمینه صورت می‌پذیرند، می‌توانند سیاست‌گذاران را در تدوین استراتژی‌های توسعه تکنولوژی و توسعه اقتصادی یاری کنند.

در این مطالعه، بعد از مقدمه، به تحلیل مبانی نظری مرتبط با موضوع پرداخته می‌شود. در بخش سوم به برخی از مطالعات صورت گرفته در خارج و داخل کشور اشاره می‌شود. در بخش چهارم به معرفی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش پنجم الگوی نظری معرفی می‌شود و در بخش ششم به بررسی روند مخارج R&D در ایران و سایر کشورها پرداخته می‌شود. در بخش هفتم نیز با استفاده از داده‌های تابلویی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۵^۱ که از منابع آماری منتشر شده از سوی مرکز آمار ایران فراهم گردیده است، به بررسی تأثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای R&D ایران^۲، به تفکیک استان‌های کشور^۳ پرداخته خواهد شد. در نهایت در بخش هشتم جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۱. مرکز آمار ایران از سال ۱۳۷۵ به صورت هر دو سال یکبار اقدام به اجرای طرح آمارگیری از فعالیت‌های تحقیق و توسعه نموده است (سایت مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹).

۲. منظور از واحدهای R&D ایران، واحدهای R&D چهار زیر جامعه ذیل می‌باشند: الف- کلیه واحدهای اقتصادی ارائه دهنده خدمات تحقیق و توسعه که در طبقه بندی بین المللی فعالیت‌های اقتصادی (تجدید نظر سوم Rev.3) با کدهای چهاررقمی زیر مشخص شده است:

۷۳۱۰- تحقیق و توسعه تجربی در علوم طبیعی و مهندسی.

۷۳۲۰- تحقیق و توسعه تجربی در علوم اجتماعی و علوم انسانی.

ب- کلیه کارگاه‌های صنعتی دارای ۵۰ نفر کارکن و بیشتر که دارای واحد تحقیق و توسعه بوده‌اند.

ج- کلیه دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی کشور که دارای واحد تحقیق و توسعه بوده‌اند.

د- مدارس علوم دینی (کلیه مدارس علوم دینی که دارای ۱۰ نفر کارکن یا بیشتر هستند) که دارای واحد تحقیق و توسعه بوده‌اند (سایت مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹).

۳. استان‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قم، کردستان، کرمان، کرمانشاه، کهگیلویه و بویراحمد،

۲- پایه‌های نظری

مطالعه موضوعات مربوط به رشد اقتصادی نیازمند آگاهی از مدل‌های رشد اقتصادی است که در طول نیم قرن گذشته تحولات زیادی را پشت سر گذاشته‌اند. در زمینه رشد اقتصادی مدل‌ها و تئوری‌های مختلفی مطرح شده‌اند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مدل‌های رشد برون‌زا^۱ (مدل‌های رشد نئوکلاسیک) و مدل‌های رشد درون‌زا^۲ اشاره کرد. مدل‌های رشد نئوکلاسیک یا برون‌زا، با در نظر گرفتن کمیت و کیفیت عوامل موثر در تولید (نیروی کار و سرمایه) به بررسی رشد اقتصادی می‌پردازند. علی‌رغم اینکه مدل رشد سولو^۳ (نئوکلاسیک) چارچوب لازم برای بررسی رشد اقتصادی را ارائه می‌کند؛ ولی در این بین، اشکالات عمده‌ای بر این نوع مدل‌ها وارد است که یکی از عمده نقاط ضعف این الگوها عدم امکان داشتن رشد پویای اقتصادی در بلندمدت است؛ چرا که رشد پایدار تولید سرانه به رشد تکنولوژی وابسته گردیده است که آن نیز به صورت برون‌زا و خارج از مدل در نظر گرفته شده است (رومر^۴، ۲۰۰۶: ۱۷-۷). لذا ارائه مدل‌های بهتر و کامل‌تر که بتوانند فرایند رشد اقتصادی را جامع‌تر بیان کنند، اجتناب ناپذیر گردید. بنابراین از حدود اواسط دهه ۸۰ میلادی برخی از اقتصاددانان شروع به اصلاح مدل‌های رشد نئوکلاسیک نمودند و بدین ترتیب طبقه جدیدی از مدل‌های رشد، موسوم به مدل‌های رشد درون‌زا به وجود آمد (اسنودون و وانه^۵، ۲۰۰۵: ۶۲۶-۶۲۵). در مدل‌های رشد درون‌زا، دانش و تکنولوژی، بصورت درون‌زا در نظر گرفته می‌شود. برای درون‌زا در نظر گرفتن دانش و تغییرات تکنولوژی، بخش تحقیق و توسعه در این الگوها معرفی شده است. به عبارت دیگر در این مدل‌ها دو بخش اصلی به نام‌های بخش تحقیق و توسعه و بخش تولید کالاهای نهایی وجود دارد (رومر، ۲۰۰۶: ۱۰۱) که نوآوری‌های تکنولوژی، در بخش تحقیق و توسعه و با استفاده از سرمایه انسانی و حجم دانش موجود خلق می‌شوند. در واقع نوآوری‌های تکنولوژی محصول انباشت سرمایه و تجربه بنگاه‌ها در بخش تحقیق و توسعه است، سپس بنگاه‌ها از این طرح‌ها و نوآوری‌ها برای تولید کالاهای نهایی استفاده می‌کنند و بدین ترتیب

گیلان، لرستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان و یزد. در این مطالعه منظور از استان زنجان، استان‌های زنجان و قزوین و منظور از استان مازندران، استان‌های مازندران و گلستان می‌باشد.

1. Neo-Classical Theory (Exgenouse Models)
2. Endogenous Growth Theory
3. Solow
4. Romer
5. Snowdon & Vane

کشور را به سمت افزایش‌های پایدار در نرخ رشد محصول رهنمون می‌سازند (اولکا^۱، ۲۰۰۴: ۲ و ۴).

اولین بار رومر (۱۹۹۰) به ارائه مدل رشد درون‌زا پرداخته است. مدل رومر (۱۹۹۰)، بر اساس سه فرضیه منطقی^۲ بنا شده است: (۱) تغییرات تکنولوژیکی، هسته اصلی رشد اقتصادی است. (۲) بخش اعظم تغییرات تکنولوژیکی از عملکرد ارادی مردم و کارگزاران اقتصادی ناشی می‌شود که این رفتار ارادی نیز، از انگیزه بازار و کسب سود نشأت گرفته است. لذا تغییرات تکنولوژیکی درون‌زا است. (۳) دانش تفاوت اساسی با سایر کالاهای اقتصادی را داراست چرا که، اگر یک بار هزینه خلق و ایجاد یک مجموعه از دانش را متحمل شویم، بدون هیچ هزینه دیگری می‌توانیم، به کرات آن دانش را مورد استفاده قرار دهیم. به عبارت دیگر، خلق دانش جدید تنها مستلزم یک هزینه ثابت اولیه است.

از طرف دیگر در این مدل فرض شده است که در هر اقتصادی، سه بخش وجود دارد: بخش اول: بخش R&D که از سرمایه انسانی و حجم دانش موجود، برای تولید دانش جدید استفاده می‌کند. به‌ویژه اینکه در این بخش، طرح‌هایی برای تولید کالاهای بادوام جدید ارائه می‌شود. بخش دوم: بخش کالاهای واسطه‌ای که با استفاده از طرح‌های بخش R&D و تولید مصرف نشده (سرمایه به کار گرفته نشده در بخش تولید کالاهای نهایی)، اقدام به تولید تعداد زیادی از کالاهای بادوام جدید می‌کند که این کالاها می‌توانند در تولید کالاهای نهایی به کار گرفته شوند. بخش سوم: بخش تولید کالاهای نهایی که از نیروی کار، سرمایه انسانی و یک مجموعه از کالاهای بادوام، برای تولید کالاهای نهایی استفاده می‌کند، که این تولیدات نیز می‌توانند مصرف شده و یا به عنوان سرمایه جدید پس‌انداز شوند.

فرضیات ساده کننده مدل نیز عبارتند از:

- جمعیت، عرضه نیروی کار و سرمایه انسانی که به بازارها عرضه می‌شود، ثابت هستند؛
- بخش R&D تنها از سرمایه انسانی و حجم دانش موجود استفاده می‌کند (نیروی کار و سرمایه در تولید ایده‌های جدید، نقشی ندارند)؛
- استهلاک وجود ندارد.

1. Ulka

2. Premises

تابع تولید موجود در بخش کالاهای نهایی این مدل، به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^A x_i^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

به طوری که در آن H_Y ، L ، $x(i)$ و به ترتیب نیروی کار، سرمایه انسانی و کالاهای سرمایه‌ای به کار گرفته شده در بخش تولید کالاهای نهایی هستند. همان طوری که ملاحظه می‌شود، تابع تولید مزبور همگن از درجه یک می‌باشد^۱. تفاوت این تابع تولید با تابع تولید مرسوم نیز این است که در این تابع تولید، تکنولوژی تولید به طور غیر مستقیم و از طریق سرمایه فیزیکی وارد تابع تولید شده است. همچنین بر خلاف تابع تولید مرسوم، سرمایه فیزیکی از انواع نامحدودی از کالاهای بادوام تشکیل شده است. با وجود این در هر نقطه از زمان، تنها تعداد محدودی از این کالاها (A) برای تولید کالاهای نهایی وجود دارد^۲؛ اما در طول زمان، با طراحی طرح‌های جدید و متعاقباً تولید کالاهای بادوام جدید، تعداد این نوع از کالاها افزایش می‌یابد.

رومر بیان می‌کند که به دلیل تقارن در مدل، همه کالاهای سرمایه‌ای در سطح مشابه عرضه می‌شوند و بر این اساس تابع تولید کالاهای نهایی را به صورت زیر نشان می‌دهد:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

که در آن \bar{x} معرف کالاهای سرمایه‌ای مورد استفاده در تولید کالاهای نهایی می‌باشد. هر کالای بادوام به وسیله تولیدکننده‌ای که در بخش کالاهای واسطه‌ای حق انحصاری دارد، تولید می‌شود^۳. بنگاه انحصاری مزبور، با خرید طرح تولید کالای بادوام از بخش R&D و با به کار بردن λ واحد از کالاهای نهایی (کالای نهایی مصرف نشده)، یک واحد از کالای بادوام را تولید می‌کند.

اگر بنگاه (i) ، $x(i)$ واحد از کالای بادوام (i) را تولید کند، آنها را به قیمت $P(i)$ به بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای نهایی اجاره خواهد داد. به دلیل عدم وجود استهلاک در مدل، ارزش یک واحد

۱. از آنجایی که تابع تولید همگن از درجه یک می‌باشد، تابع تولید بنگاه‌های موجود در بخش کالاهای نهایی با تابع تولید معادله (۱) که تابع تولید همه بنگاه‌های موجود در این بخش می‌باشد، نشان داده شده است.

۲. تعداد کالاهای سرمایه‌ای موجود در یک زمان مشخص، به تعداد طرح‌های تولید آن کالاها بستگی دارد. لذا محدوده کالاهای سرمایه‌ای با A که معرف تعداد طرح‌های موجود برای تولید کالاهای سرمایه‌ای است، نشان داده شده است.

۳. همانند بخش تولید کالاهای نهایی، نمی‌توان تولید کالاهای بادوام صورت گرفته در بخش کالاهای واسطه‌ای را تحت یک بنگاه نماینده (به صورت کلان) نشان داد؛ لذا رومر فرض می‌کند که تنها یک بنگاه برای تولید هر کالای بادوام وجود دارد.

کالای بادوام (i) نیز برابر با ارزش فعلی درآمد اجاره‌ای است که آن کالا می‌تواند طی دوره زمانی نامحدود ایجاد کند. از آنجایی که بنگاه (i)، تنها فروشنده کالای سرمایه‌ای (i) می‌باشد، لذا با یک منحنی تقاضای نزولی برای آن کالا مواجه خواهد بود که این منحنی تقاضای نزولی، از حداکثر سازی سود بنگاه‌های موجود در بخش کالاهای نهایی بدست آمده است.^۱ در این مدل، سرمایه کل به صورت معادله زیر نشان داده شده است:

$$\dot{K}(t) = Y(t) - C(t) \quad (۳)$$

که در آن $C(t)$ و $\dot{K}(t)$ به ترتیب معرف مصرف کل در زمان t و تغییرات موجودی سرمایه در زمان t (سرمایه‌گذاری در زمان t) می‌باشد. به دلیل اینکه از λ واحد مصرف صرف نظر می‌شود تا یک واحد از هر نوع کالای بادوام تولید شود، لذا می‌توان اندازه K را مرتبط با کالاهای بادوامی دانست که واقعاً در تولید به کار رفته‌اند. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K = \lambda \sum_{i=1}^{\infty} x_i = \lambda \sum_{i=1}^A x_i \quad (۴)$$

همان طوری که ملاحظه می‌شود، برخلاف L و H که طبق فرض، ثابت در نظر گرفته شده‌اند؛ K بر اساس مصرف صرف نظر شده، رشد می‌کند. فرآیند انباشت طرح‌های جدید (A(t)) نیز به مقدار سرمایه انسانی تخصیص داده شده به بخش R&D و موجودی دانش قابل دسترس بستگی دارد. بنابراین رابطه زیر را می‌توان برای بخش R&D نوشت:

$$\dot{A} = \delta H_A A \quad (۵)$$

که در آن H_A کل سرمایه انسانی به کار گرفته شده در بخش R&D، A موجودی دانش قابل دسترس اقتصاد و δ پارامتر بهره‌وری^۲ است. همان طوری که در رابطه (۵) ملاحظه می‌شود، تولید طرح‌های

^۱. بنگاه‌های تولیدکننده کالاهایی نهایی، مقدار استفاده از هر یک از کالاهای سرمایه‌ای را به نحوی انتخاب خواهند کرد که حداکثر سود را به دست آورند.

^۲. Productivity Parameter

جدید تابعی خطی از سرمایه انسانی شاغل در بخش R&D و حجم دانش موجود می‌باشد. خطی بودن رابطه فوق نسبت به A ، بیانگر رشد نامحدود دانش می‌باشد. همچنین رابطه فوق دو دلالت دارد: یکی اینکه بکارگیری سرمایه انسانی بیشتر در بخش R&D منجر به بالا رفتن نرخ تولید طرح‌های جدید می‌شود و دیگری اینکه، بیشتر بودن حجم دانش موجود، بهره‌وری سرمایه انسانی در بخش R&D را افزایش می‌دهد.

پس از آنکه طرحی تولید شد، تعداد زیادی از عرضه‌کنندگان بالقوه کالای سرمایه‌ای جدید، پیشنهاد خرید آن طرح را می‌دهند. طرح مزبور به بنگاهی فروخته می‌شود که قیمت (P_A) بیشتری را پرداخت کند. از آنجایی که انحصارگر تولیدکننده کالای سرمایه‌ای با نرخ بهره معین (r) و تقاضای نزولی مواجه است؛ سطح تولیدی از کالای سرمایه‌ای را انتخاب خواهد کرد که حداکثر سود را بدست آورده باشد. تصمیم برای تولید کالای سرمایه‌ای جدید نیز به مقایسه تطبیقی ارزش فعلی درآمد خالص انحصارگر و هزینه ثابت اولیه P_A (به عنوان سرمایه‌گذاری اولیه در یک طرح) بستگی دارد. به دلیل اینکه بازار برای طرح‌ها رقابتی است، قیمت برای طرح‌ها تا جایی افزایش خواهد یافت که با ارزش فعلی درآمد خالص انحصارگر (تولیدکننده کالای سرمایه‌ای) برابر گردد و به این طریق قیمت یک طرح (P_A) مشخص خواهد شد. رومر با انجام محاسبات فوق نشان می‌دهد که P_A از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$P_A = \frac{\alpha + \beta}{r} (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (۶)$$

در این مدل، خانوارها با توجه به نرخ بهره معین، درباره مصرف و پس‌انداز تصمیم خواهند گرفت. به عبارت دیگر خانوارها درآمد خود را - که ناشی از عرضه نیروی کار، سرمایه انسانی و سود دریافتی از بنگاه‌ها می‌باشد- در هر نقطه از زمان، بین مصرف و پس‌انداز به گونه‌ای تقسیم خواهند کرد که مطلوبیت طول عمرشان حداکثر شود. همان طوری که قبلاً ذکر شد، نیروی کار خانوارها تنها در بخش تولید کالاهای نهایی به کار گرفته می‌شوند؛ اما خانوارها بر حسب بازدهی سرمایه انسانی در بخش‌های R&D و تولید کالاهای نهایی، باید درباره تخصیص سرمایه انسانی خود در این دو بخش تصمیم بگیرند. تحرک سرمایه انسانی بین دو بخش R&D و تولید کالاهای نهایی تا جایی ادامه خواهد یافت که پرداختی به سرمایه انسانی در این دو بخش با هم برابر باشند. در سطح کلی H_A و H_Y به وسیله محدودیت $H = H_A + H_Y$ به هم مرتبط می‌شوند که بیانگر این است که خانوارها مقدار ثابتی سرمایه انسانی برای عرضه دارند.

رومر بیان می‌کند که تعادل بلندمدت زمانی خواهد بود که متغیرهای A ، K ، Y و C (مصرف) با نرخ ثابت یکسانی رشد کنند. همچنین رومر مطرح می‌کند که در تعادل بلندمدت، پرداختی به سرمایه انسانی در هر دو بخش R&D و تولید کالاهای نهایی (W_A و W_Y) برابر خواهد بود. به عبارت دیگر در تعادل بلندمدت رابطه زیر را خواهیم داشت^۱:

$$W_A = W_Y \Rightarrow P_A \delta A = \alpha H_Y^{\alpha-1} L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (۷)$$

که در آن P_A معرف قیمت طرح خریداری شده توسط انحصارگر (بنگاه تولیدکننده کالای سرمایه‌ای) می‌باشد که مقدار آن در رابطه (۶) ارائه شده است. با جایگذاری P_A از رابطه (۶) در رابطه (۷)، می‌توان رابطه زیر را به دست آورد:

$$H_Y = \frac{\alpha}{\delta(1-\alpha-\beta)(\alpha+\beta)} r \quad (۸)$$

همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، در تعادل بلندمدت، H_Y ثابت است. با توجه به رابطه $H_A = H - H_Y$ ، می‌توان بیان داشت که در بلندمدت، H_A نیز ثابت است. لذا با توجه به رابطه (۵)، در تعادل بلندمدت، A با نرخ ثابت δH_A رشد خواهد کرد. بدین ترتیب رومر نشان می‌دهد که در تعادل بلندمدت، Y ، K و C نیز با نرخ ثابت δH_A رشد می‌کنند. بنابراین در تعادل بلندمدت، نرخ رشد تعادلی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$g = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A \quad (۹)$$

با توجه به روابط (۸)، (۹) و محدودیت $H_Y = H - H_A$ ، می‌توان نرخ رشد تعادلی را برحسب نرخ بهره r نوشت.

^۱ در بخش تولید کالاهای نهایی، پرداختی به سرمایه انسانی برابر با تولید نهایی آن می‌باشد، لذا برای به دست آوردن W_Y (پرداختی به سرمایه انسانی در بخش تولید کالاهای نهایی)، از تابع تولید کالاهای نهایی (رابطه (۲)) نسبت به H_Y مشتق گرفته شده است. همچنین به دلیل اینکه سرمایه انسانی شاغل در بخش R&D، بدون هیچ محدودیتی از حجم دانش موجود استفاده می‌کند، لذا با توجه به رابطه (۵)، می‌توان $W_A = P_A \delta A$ را به صورت $W_A = P_A \delta A$ نوشت.

$$g = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A = \delta H - \frac{\alpha}{(1-\alpha-\beta)(\alpha+\beta)} r \quad (10)$$

رومر با توجه به نرخ رشد تعادلی ارائه شده در رابطه فوق، نتایج زیر را ارائه می‌دهد:

- در بلندمدت با افزایش سرمایه انسانی شاغل در بخش R&D (H_A)، نرخ رشد اقتصاد افزایش می‌یابد و به این ترتیب ارتباطی قوی بین تخصیص منابع در بخش R&D و نرخ رشد اقتصادی ایجاد می‌گردد.

- با افزایش کل سرمایه انسانی موجود در کشور (H)، نرخ رشد تعادلی اقتصاد افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان بیان داشت که اقتصادهای با سرمایه انسانی بیشتر، نرخ رشد سریع‌تری را تجربه خواهند کرد.

- هزینه فرصت سرمایه انسانی شاغل در بخش R&D، معادل درآمدی است که می‌تواند در بخش تولید کالاهای نهایی به دست آورد. بازده سرمایه انسانی شاغل در بخش R&D نیز معادل ارزش فعلی درآمد خالصی است که یک طرح در آینده ایجاد خواهد کرد. لذا اگر نرخ بهره بزرگتر باشد، ارزش فعلی درآمد خالص طرح کمتر خواهد بود و در این صورت سرمایه انسانی کمتری به بخش R&D اختصاص خواهد یافت که این نیز متعاقباً منجر به کاهش نرخ رشد تعادلی خواهد شد (رومر، ۱۹۹۰: ۹۹-۹۳، ۷۸، ۷۲).

علاوه بر موارد فوق، همچنین رومر بیان می‌کند که به دلیل سرریز تکنولوژی بین شرکت‌ها، مخارج R&D صرفه‌های خارجی مثبت^۱ ایجاد خواهند کرد. از آنجایی که شرکت‌ها حین اتخاذ تصمیم درباره میزان تخصیص منابع در بخش R&D، چنین صرفه‌هایی را مد نظر قرار نمی‌دهند؛ لذا مخارج صرف شده در این بخش کمتر از آن میزانی خواهد بود که از لحاظ اجتماعی کارا است و این می‌تواند توجیهی برای پرداخت یارانه توسط دولت به بخش R&D باشد. این نتیجه در چشم‌انداز اقتصادی - سیاسی بسیار مهم است، چرا که این مسأله به مفهوم مشوقی برای دولت در تامین مخارج و تشویق فعالیت‌های R&D خواهد بود (اسونسون^۲، ۲۰۰۸: ۱۴). گروسمن و هلپمن^۳ (۱۹۹۱) و آقیون و هویت^۴ (۱۹۹۲) نیز در مدل‌های رشد درون‌زای خود، رابطه‌ای مثبت و قوی بین میزان سرمایه‌گذاری در R&D و رشد اقتصادی را پیش‌بینی کرده‌اند. نتیجه مدل‌های این افراد، مشابه نتیجه

1. Positive Externalities

2. Svensson

3. Grossman & Helpman

4. Aghion & Howitt

مدل رومر (۱۹۹۰) است، به عبارت دیگر این مدل‌ها نشان می‌دهند که پرداخت یارانه به بخش R&D می‌تواند از طریق افزایش سهم نیروی کار شاغل در بخش R&D، نرخ رشد تعادلی را افزایش دهد. ولی مدل جونز^۱ (۱۹۹۵) پیش‌بینی می‌کند که مخارج R&D بیشتر، تنها به سطح بالاتری از تولید منتج می‌شود و رشد بلندمدت سریع‌تری را سبب نمی‌گردد.

۳- پیشینه تحقیق

۳-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در خارج

سایلستر^۲ (۲۰۰۱) با استفاده از داده‌های تابلویی طی دوره ۱۹۹۶-۱۹۸۱، به بررسی رابطه بین R&D و نرخ رشد تولید سرانه در بیست کشور عضو OECD پرداخته است. نتایج این مطالعه حاکی از این است که برای بیست کشور مورد مطالعه، هیچ یک از متغیرهای R&D تامین مالی شده توسط صنعت، R&D تامین مالی شده توسط دولت و کل مخارج R&D دارای تأثیر معنی‌دار بر رشد تولید سرانه نبوده‌اند. اما برای کشورهای G-7، R&D تامین مالی شده توسط صنعت و مخارج R&D کل، رشد تولید سرانه را به طور مثبت و معنی‌دار تحت تأثیر قرار داده‌اند.

کوئن هونگ و جیان چی اوآن^۳ (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تحقیق و توسعه بر عملکرد ۸۳ بنگاه الکترونیکی در تایوان، طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۴ پرداخته‌اند و بدین منظور از مدل کاب-داگلاس استفاده کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در مخارج تحقیق و توسعه، تولیدات بنگاه‌های مورد بررسی را به طور متوسط ۰/۱۹ درصد افزایش می‌دهد.

آیگینگر و فارک^۴ (۲۰۰۵) با استفاده از داده‌های تابلویی، عوامل تعیین کننده رشد GDP در کشورهای عضو OECD را طی دوره ۱۹۹۹-۱۹۷۰ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مخارج R&D و صادرات فناوری‌های برتر اثر مثبت و معنی‌داری بر GDP دارند که اثر مخارج R&D بر روی GDP بیشتر و قوی‌تر بوده است.

1. Jones

2. Sylwester

3. Kuen-hung and Jian-chyuan

4. Aiginger & Falk

آک قویونلو و همکاران^۱ (۲۰۰۶) با استفاده از داده‌های تابلویی، به بررسی اثر واردات و R&D داخلی بر تولید دوازده بخش تولیدی ترکیه، طی دوره ۲۰۰۱-۱۹۹۴ پرداخته‌اند. نتایج تخمین تابع تولید نشان می‌دهد که واردات و مخارج R&D داخلی از نظر آماری متغیرهای معنی‌دار مثبتی هستند. پینگ فانگ و لی^۲ (۲۰۰۷) با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی، به بررسی تاثیر واردات تکنولوژی و مخارج R&D داخلی بر بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل در موسسات متوسط و بزرگ شانگهای چین، طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۹۸ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که در کل نمونه، موسسات غیر دولتی و موسسات تامین مالی شده توسط خارجیان، مخارج R&D تاثیر مثبت اندکی بر TFP داشته است. تاثیر شاغلان علم و تکنولوژی^۳ بر بهره‌وری نیروی کار و TFP در موسسات تعاونی چینی - خارجی، موسسات تامین مالی شده توسط خارجیان و موسسات دولتی همواره مثبت و معنی‌دار بوده است و تنها در موسسات غیر دولتی دارای تاثیر معنی‌دار نبوده است.

تی سانگ و همکاران^۴ (۲۰۰۸) با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی، به بررسی اثر تحقیق و توسعه بر ارزش افزوده در شرکت‌های داخلی و خارجی در سنگاپور، طی دوره ۱۹۹۹-۱۹۹۳ پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در R&D شرکت‌های خارجی مستقر در سنگاپور سبب افزایش بیشتری در ارزش افزوده آنها نسبت به شرکت‌های داخلی می‌گردد.

تی سینگ^۵ (۲۰۰۸) با استفاده از داده‌های تابلویی، به بررسی اثر R&D داخلی و تکنولوژی‌های وارداتی بر تولید ۲۱۹ شرکت الکترونیکی تایوان، طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۹۰ پرداخته است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که R&D داخلی، ارزش افزوده صنایع مورد مطالعه را به طور مثبت و معنی‌دار تحت تاثیر قرار می‌دهد. اما واردات تکنولوژی دارای تاثیر معنی‌دار بر ارزش افزوده نمی‌باشد.

۳-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در داخل

حسن زاده و حیدری (۱۳۸۰) با استفاده از داده‌های تابلویی، به بررسی نقش مخارج R&D بر نرخ رشد اقتصادی در ۵۸ کشور (۲۳ کشور با درآمد بالا و ۳۵ کشور با درآمد پایین) طی دوره ۱۹۹۵-۱۹۹۱ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مخارج R&D در کل نمونه مورد بررسی (۵۸ کشور) و در گروه کشورهای با درآمد پایین، دارای تاثیر مثبت و معنی‌دار بر رشد اقتصادی بوده است.

1. Akkoyunlu et al

2. Pingfang & Lei

3. S & T Employee

4. Tsang et al

5. Tseng

صادقی (۱۳۸۳) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، الگوی رشد درون‌زای R&D را برای اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۳۸-۱۳۷۷ مورد آزمون قرار داده است. بر اساس نتایج، تعداد محققین و دانشمندان در بخش R&D، تعداد نیروی کار متخصص شاغل، مخارج آموزشی و مخارج تحقیقات در ایران، طی دوره مورد بررسی دارای یک روند افزایشی نمایی بوده است. با این وجود، نرخ‌های رشد اقتصادی در طول دوره مورد بررسی دارای روند نزولی بوده است. برآورد الگوی رشد درون‌زای R&D به روش OLS نیز حاکی از ناسازگار بودن این الگو با اقتصاد ایران می‌باشد. کمیجانی و معمارنژاد (۱۳۸۳) در مطالعه خود، به بررسی اهمیت کیفیت نیروی انسانی و R&D در رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۳۷-۱۳۷۸ پرداخته‌اند. در این مطالعه مدل رشدی برای ایران ساخته شده و با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده برآورد گردیده است. نتایج مطالعه حاکی از این است که هر چند نیروی کار، سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و درآمدهای حاصل از صادرات نفت دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر رشد اقتصادی ایران هستند اما به دلیل حجم اندک هزینه‌های R&D، رابطه معنی‌داری بین هزینه‌های R&D و رشد اقتصادی یافت نشد.

مرادی و مهدی‌زاده (۱۳۸۴) با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده، رابطه بین تجارت خارجی و رشد اقتصادی در ایران را طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۳۸ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای سرانه تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی سرانه طی دوره مورد بررسی داشته‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که رابطه معنی‌داری بین R&D داخلی سرانه و رشد اقتصادی سرانه وجود ندارد.

محمودزاده و محسنی (۱۳۸۴) با استفاده از روش هم‌انباشتگی جوهانسون، به بررسی اثرات تکنولوژی‌های وارداتی بر رشد اقتصادی ایران، طی دوره ۱۳۸۲-۱۳۳۸ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد متغیرهای واردات واسطه‌ای و سرمایه‌ای سهم به‌سزایی در تولید ناخالص داخلی غیر نفتی داشته‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که هر چند ضریب متغیر مخارج تحقیقاتی در رابطه بلندمدت مثبت است اما از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

وجدانی‌طهرانی و رکن‌الدین افتخاری (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای اثر بخشی سرمایه‌گذاری تحقیقاتی و فیزیکی بر ارزش افزوده بخش صنعت و معدن را طی دوره ۱۳۵۱-۱۳۸۱ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در هزینه‌های

تحقیقاتی سرانه بخش صنعت و معدن، ارزش افزوده سرانه این بخش را پس از گذشت یک سال، به میزان ۰/۴۱ درصد افزایش می‌دهد. واعظ و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از داده‌های تابلویی، به بررسی نقش هزینه‌های تحقیق و توسعه در ارزش افزوده صنایع با فناوری بالای ایران (هفت صنعت مختلف طبقه‌بندی شده بر اساس کد چهار رقمی ISIC) طی دوره ۱۳۶۷-۱۳۸۵ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج آنها، متغیرهای نیروی کار، نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده و هزینه‌های R&D نقش بسیار مهمی در افزایش ارزش افزوده صنایع مزبور طی دوره مورد بررسی داشته‌اند.

۴- متغیرهای مورد استفاده در تحقیق

متغیرهای مورد استفاده در تحقیق به صورت زیر تعریف می‌شوند:

Y_{it} : ارزش افزوده واحدهای R&D به میلیون ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در استان i ام در سال t . برای بدست آوردن ارزش افزوده به قیمت پایه از شاخص بهای عمده فروشی کالاها و خدمات استفاده شده است. ارزش افزوده جاری و شاخص قیمت عمده فروشی کالاها و خدمات به ترتیب از مرکز آمار ایران و سایت بانک مرکزی جمع آوری شده‌اند.

E_{it} : تعداد شاغلان غیر تحقیقاتی واحدهای R&D در استان i ام در سال t . طبق تعریف مرکز آمار ایران منظور از شاغلان غیر تحقیقاتی، مجموع تعداد تکنسین‌ها و تعداد کارکنان دفتری و پشتیبانی می‌باشد؛ لذا در این مطالعه مطابق با تعریف مرکز آمار ایران، منظور از شاغلان غیر تحقیقاتی واحدهای R&D، مجموع تعداد تکنسین‌ها و تعداد کارکنان دفتری و پشتیبانی است.

HC_{it} : تعداد شاغلان تحقیقاتی واحدهای R&D در استان i ام در سال t . طبق تعریف مرکز آمار ایران منظور از شاغلان تحقیقاتی، مجموع تعداد محققین و تعداد دستیاران محقق می‌باشد؛ لذا در این مطالعه مطابق با تعریف مرکز آمار ایران، منظور از شاغلان تحقیقاتی واحدهای R&D، مجموع تعداد محققین و تعداد دستیاران محقق است.^۱

^۱ شاغلان واحدهای R&D شامل تعداد تکنسین‌ها، تعداد کارکنان دفتری و پشتیبانی، تعداد محققین و تعداد دستیاران محقق می‌باشد. از آنجایی که محققین و دستیاران محقق مبادرت به انجام فعالیت‌های تحقیقاتی در واحدهای R&D می‌کنند و تکنسین‌ها و کارکنان دفتری و پشتیبانی درگیر در فعالیت‌های تحقیقاتی واحدهای R&D نمی‌باشند تنها به منظور انجام کارهای اداری و پشتیبانی در واحدهای R&D انجام وظیفه می‌کنند؛ لذا مرکز آمار ایران، مجموع تعداد محققین و تعداد دستیاران محقق

L_{it} : تعداد کل شاغلان واحدهای R&D در استان i ام در سال t .
 RDE_{it} : جبران خدمات پرداختی به شاغلان تحقیقاتی واحدهای R&D به میلیون ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در استان i ام در سال t . برای بدست آوردن جبران خدمات پرداختی به شاغلان تحقیقاتی واحدهای R&D به قیمت پایه از شاخص بهای عمده فروشی کالاها و خدمات استفاده شده است. جبران خدمات پرداختی به شاغلان تحقیقاتی واحدهای R&D به قیمت جاری و شاخص قیمت عمده فروشی کالاها و خدمات به ترتیب از مرکز آمار ایران و سایت بانک مرکزی جمع آوری شده‌اند.

I_{it} : ارزش سرمایه گذاری واحدهای R&D به میلیون ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در استان i ام در سال t . برای بدست آوردن ارزش سرمایه گذاری به قیمت پایه از شاخص ضمنی تشکیل سرمایه ثابت استفاده شده است. تشکیل سرمایه ثابت به قیمت جاری و شاخص ضمنی تشکیل سرمایه ثابت به ترتیب از مرکز آمار ایران و سایت بانک مرکزی جمع آوری شده‌اند.

۵- معرفی مدل تحقیق

با توجه به مباحث نظری ارائه شده و مروری بر مطالعات انجام شده (به ویژه مطالعات رومر (۱۹۹۰)، جونز (۱۹۹۵)، پینگ فانگ و لی (۲۰۰۷)، رومر (۲۰۰۶) و واعظ و همکاران (۱۳۸۶))، دو مدل به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\text{Log}Y_{it} = \text{Log}A_i + \alpha \text{Log}E_{it} + \beta \text{Log}\left(\frac{I_{it}}{Y_{it}}\right) + \gamma \text{Log}HC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\text{Log}Y_{it} = \text{Log}A_i + \alpha \text{Log}L_{it} + \beta \text{Log}\left(\frac{I_{it}}{Y_{it}}\right) + \gamma \text{Log}RDE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

که در آن اندیس‌های i و t به ترتیب بیانگر استان‌ها و سال می‌باشند. همان طوری که ملاحظه می‌شود، در هر دو مدل ارائه شده در روابط (۱۱) و (۱۲)، به جای موجودی سرمایه از نسبت

را شاغلان تحقیقاتی و مجموع تعداد تکنسین‌ها و تعداد کارکنان دفتری و پشتیبانی را شاغلان غیر تحقیقاتی معرفی می‌کند (سایت مرکز آمار ایران، ۱۳۸۹).

سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده استفاده شده است. دلایل استفاده از نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده را می‌توان به صورت ذیل ارائه کرد:

- داده‌های مربوط به موجودی سرمایه برای کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران موجود نمی‌باشد.
- با توجه به دوره زمانی کم تحقیق^۱، برآورد موجودی سرمایه برای کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران ممکن نمی‌باشد. به ویژه اینکه داده‌ها برای کارگاه‌های مزبور هر دو سال یکبار موجود می‌باشند.
- در اکثر مطالعاتی که داده‌های مربوط به موجودی سرمایه موجود نمی‌باشد، به جای موجودی سرمایه از نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده استفاده می‌شود (ایونسون^۲، ۱۹۹۷: ۶ و ۷).

همچنین دو مدل ارائه شده در روابط (۱۱) و (۱۲) نشان می‌دهند که برای بررسی تاثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای تحقیق و توسعه ایران از دو شاخص تعداد محققان و مخارج R&D استفاده شده است. به عبارت دیگر در مدل اول، با استفاده از شاخص تعداد محققان و در مدل دوم با استفاده از شاخص مخارج R&D سعی در بررسی تاثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای تحقیق و توسعه ایران می‌شود.

۶- بررسی وضعیت مخارج تحقیق و توسعه

بررسی‌ها نشان می‌دهد که همه ساله بخش عظیمی از سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه جهان، توسط کشورهای صنعتی صورت می‌پذیرد. ایتون و کورتوم (۲۰۰۱)^۳ نشان داده‌اند که فعالیت‌های R&D جهانی در معدود کشورهای پیشرفته متمرکز شده است. به عنوان نمونه کشورهای G8 و چین در سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ به ترتیب ۴/۷۸٪، ۴/۷۸٪، ۸/۷۸٪ و ۳/۸۴٪ از کل هزینه‌های تحقیق و توسعه جهان را به خود اختصاص داده‌اند (گزارش R&D جهانی، ۲۰۰۸: ۳-۶). این در حالی است که کشورهای خاورمیانه و قاره آفریقا همواره دارای کمترین میزان مخارج R&D نسبت به سایر نقاط جهان بوده‌اند. به عنوان نمونه در سال ۲۰۰۷، مخارج R&D کشورهای

تنها طی دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۵ موجود می‌باشند (سایت مرکز آمار ایران، R&D. سرمایه‌گذاری و سایر داده‌های مربوط به واحدهای^۱

۱. (۱۳۸۹)

۲. Evenson

۳. Eaton and Kortum

۴. Global R&D Report

خاورمیانه و قاره آفریقا نسبت به کل مخارج صرف شده روی R&D در جهان ۱/۳٪ بوده است (مقایسه R&D بین المللی، ۲۰۱۰: ۳۴-۳۵).

برخی از کشورهای در حال توسعه اخیراً به اهمیت R&D پی برده‌اند (ملت پرست و بداعی، ۱۳۸۰: ۱۳-۱۲). در واقع بررسی‌ها نشان می‌دهد که طی سال‌های اخیر، افزایش معنی‌داری در مخارج R&D کشورهای چین، کره جنوبی، هند، برزیل، تایوان و ترکیه وجود داشته است. به طوری که در سال ۲۰۰۹، چین با ۱۲۳/۷ میلیارد دلار، کره جنوبی با ۴۱/۴ میلیارد دلار، هند با ۲۸/۱ میلیارد دلار، برزیل با ۱۸ میلیارد دلار، تایوان با ۱۷/۶ میلیارد دلار و ترکیه با ۶/۴ میلیارد دلار به ترتیب رتبه سوم، پنجم، هشتم، یازدهم و بیست و دوم را در بین کشورهای دنیا به خود اختصاص داده‌اند (سایت وزارت صنایع و معادن ایران، ۱۳۹۰ و پیش بینی مخارج R&D جهانی در سال ۲۰۱۱، ۲۰۱۰). این در حالی است که مخارج R&D ایران و سهم آن از تولید ناخالص داخلی چندان قابل توجه نمی‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۰۱، ۰/۵۵ بوده که با رشد متوسط سالانه ۱/۷۸ درصدی به ۰/۵۸ در سال ۲۰۰۴ رسیده است. در سال ۲۰۰۱ ترکیه بیشترین سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی (۰/۷۲) را در بین کشورهای منطقه ایران داشته است و ایران، تونس و سودان به ترتیب با ۰/۵۳، ۰/۴۴ و ۰/۲۲، دارای کمترین سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۰۱ بوده‌اند. همچنین در سال ۲۰۰۴ تونس، ترکیه و ایران به ترتیب با ۰/۹۹، ۰/۶۷ و ۰/۵۸ دارای بیشترین سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی و کشورهای الجزایر، ارمنستان و سودان به ترتیب با ۰/۱۶، ۰/۲۱ و ۰/۲۹ دارای کمترین سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی بوده‌اند. طی دوره مزبور کشورهای پاکستان، تونس و قبرس به ترتیب با ۲۶/۶۴ درصد، ۲۳/۳۶ درصد و ۱۳/۲۹ درصد، بیشترین رشد متوسط سالانه را در سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی داشته‌اند. کشورهای سودان، الجزایر، ارمنستان و جمهوری آذربایجان نیز به ترتیب با ۱۲/۴۷- درصد، ۱۰/۴۳- درصد، ۸/۸۴- درصد و ۴/۲۶- درصد رشد متوسط سالانه، دارای کمترین رشد سهم مخارج R&D از تولید ناخالص داخلی طی

¹. International R&D Comparisons
1-1-1-2. 2011 Global R&D Funding Forecast

دوره مورد بررسی بوده‌اند. به عبارت دیگر، چهار کشور مزبور طی دوره مورد بررسی دارای رشد متوسط سالیانه منفی بوده‌اند (لوح فشرده بانک جهانی^۱، ۲۰۰۸).

۶-۱- بررسی مخارج R&D در واحدهای تحقیق و توسعه ایران

مخارج R&D واحدهای تحقیق و توسعه ایران، طی دوره مورد بررسی روندی صعودی داشته است. میزان مخارج R&D واحدهای تحقیق و توسعه ایران در سال ۱۳۷۵ (به قیمت ثابت ۱۳۷۶) ۲۹۵۹۴۷/۶ میلیون ریال بوده که با نرخ رشد متوسط سالانه ۱۵/۲۳ درصدی طی دوره مورد بررسی، به ۱۲۲۲۲۱۹ میلیون ریال در سال ۱۳۸۵ رسیده است.

مخارج R&D واحدهای تحقیق و توسعه تمام استان‌های کشور نیز، طی دوره مورد بررسی از رشد مثبتی برخوردار بوده‌اند. در این میان، استان آذربایجان غربی با ۴۵/۵۸ درصد رشد، بیشترین متوسط رشد سالیانه را داشته و استان‌های زنجان، یزد، کهگیلویه و بویراحمد، آذربایجان شرقی، قم، سیستان و بلوچستان و خراسان به ترتیب با ۲۹/۳۵ درصد، ۲۶/۱۰ درصد، ۲۵/۹۶ درصد، ۲۴/۹۶ درصد، ۲۴/۶۳ درصد، ۲۱/۳۷ درصد و ۱۹/۳۷ درصد رشد متوسط سالانه در رده‌های بعدی قرار دارند. استان‌های ایلام، کرمانشاه و همدان نیز به ترتیب با ۲/۷۹ درصد، ۳/۵۲ درصد، ۶/۳۹ درصد رشد متوسط سالانه، دارای کمترین رشد مخارج R&D طی دوره مورد بررسی بوده‌اند.

۷- برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

در مطالعات اقتصادسنجی لازم است ابتدا ایستایی متغیرها مورد آزمون قرار گیرد. نتایج آزمون‌های ایستایی بر روی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق، در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): نتایج آزمون‌های ریشه واحد برای متغیرهای تحقیق

متغیر	آزمون ریشه واحد	آزمون ریشه واحد	آزمون ریشه واحد	آزمون ریشه واحد
	LLC	IPS	ADF Fisher	PP Fisher
	ارزش احتمال (Prob.)	ارزش احتمال (Prob.)	ارزش احتمال (Prob.)	ارزش احتمال (Prob.)
	C & T	C & T	C & T	C & T
Log Y	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۰
Log E	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰
Log HC	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰
Log L	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰

^۱. WDI CD-ROM

Log (I/Y)	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
Log RDE	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

* C & T بیانگر مدل دارای عرض از مبدأ و روند می‌باشند.

منبع: محاسبات تحقیق

** در هر یک از آزمون‌های ارائه شده، فرضیه صفر وجود ریشه واحد و فرضیه مقابل عدم وجود ریشه واحد (ایستایی) است.

همان طوری که نتایج ارائه شده در جدول (۱) نشان می‌دهد، تمامی متغیرهای مورد استفاده در مدل، در سطح ایستا می‌باشند؛ لذا ضرورتی برای استفاده از روش هم‌انباشتگی در داده‌های تابلویی وجود ندارد. بنابراین در این تحقیق از روش‌های معمول تخمین در داده‌های تابلویی استفاده می‌شود. بدین منظور ابتدا با استفاده از آماره F ، همگن بودن واحدهای مورد بررسی، آزمون می‌شود. در صورت عدم رد فرضیه صفر (همگن بودن واحدهای مورد بررسی) به سادگی می‌توان از روش حداقل مربعات تجمیع شده^۱ استفاده کرد که همان روش حداقل مربعات معمولی است؛ زیرا در این حالت فقط داده‌ها روی هم انباشته شده‌اند و تفاوت میان واحدهای مورد بررسی نادیده گرفته شده است. در غیر این صورت (یعنی در صورت ناهمگن بودن واحدهای مورد بررسی)، لزوم استفاده از داده‌های تابلویی مطرح می‌شود. نتایج این آزمون که در جدول (۲) آمده است، بیانگر رد فرضیه صفر و لزوم استفاده از داده‌های تابلویی در کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران می‌باشد. در مرحله بعد بایستی از بین دو روش موجود برای تخمین داده‌های تابلویی، روش اثرات ثابت و روش اثرات تصادفی، یکی انتخاب شود. برای این منظور از آماره آزمون هاسمن^۲ استفاده می‌شود. بر اساس این آزمون، رد فرضیه صفر بیانگر استفاده از روش اثرات ثابت و عدم رد آن مبین استفاده از روش اثرات تصادفی می‌باشد (گرین^۳، ۲۰۰۲: ۲۸۵-۲۸۹). نتایج آزمون هاسمن در جدول (۲) ارائه شده است که بیانگر رد فرضیه صفر و انتخاب روش اثرات ثابت می‌باشد.

اصولاً مدل‌هایی که در برگیرنده داده‌های مقطعی هستند، به ویژه در مطالعاتی که تعداد واحدهای انفرادی بیشتر از دوره زمانی مورد مطالعه باشد، می‌توان انتظار داشت که اجزای اخلاص دارای ناهمسانی واریانس باشند. مشکل ناهمسانی واریانس منجر به کاهش اعتبار کل مدل و درجه اعتبار ضرایب برآوردی می‌شود؛ زیرا واریانس تخمین زن‌ها را افزایش می‌دهد. به همین دلیل باید قبل از تخمین مدل این مشکل را مرتفع ساخت. استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) مشکل

1. Poled Least Square

2. Hausman Test

3. Greene

ناهمسانی واریانس را برطرف می‌کند (حسینی نسب و غوجی، ۱۳۸۶: ۸۱ و ۸۳؛ همت جو، ۱۳۸۲: ۱۱۳ و محمدزاده و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۴۸). از آنجایی که در این مطالعه تعداد واحدهای انفرادی بیشتر از دوره زمانی مورد مطالعه است، لذا هر دو مدل از طریق اثرات ثابت به روش GLS برآورد می‌گردد.

نتایج برآورد مدل (۱) (رابطه (۱۱)) به روش اثرات ثابت برای کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): نتایج برآورد مدل به روش اثرات ثابت

متغیرها	ضرایب	
	مدل (۱)	مدل (۲)
C	۵/۲۷ (۰/۴۳) °	۲/۴۴ (۰/۳۰) °
Log E	۰/۲۶ (۰/۰۷) °	-----
Log (I/Y)	۰/۱۱ (۰/۰۴) **	۰/۰۴ (۰/۰۲) ***
Log HC	۰/۳۶ (۰/۰۵) °	-----
Log L	-----	۰/۱۱ (۰/۰۲) °
Log RDE	-----	۰/۶۴ (۰/۰۴) °
\bar{R}^2	۰/۹۴	۰/۹۷
آزمون معنی‌دار بودن کلی رگرسیون (آماره F)	۶۳/۰۸ °	۱۳۳/۲ °
آزمون معنی‌دار بودن اثرات گروه (آماره F) (۱)	° ۲/۷۸	° ۲/۵۱
آماره هاسمن (۲)	° ۱۴/۷۴	° ۲۱/۱۰

منبع: محاسبات تحقیق

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد.

***، ** و * به ترتیب نشانگر رد فرضیه صفر در سطح معنی‌داری ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ است.

(۱): فرضیه صفر این آزمون "همگن بودن صنایع مورد بررسی" است که در صورت رد فرضیه صفر از روش داده‌های تابلویی استفاده می‌شود.

(۲): فرضیه صفر این آزمون "ناهمبسته بودن اثرات انفرادی با متغیرهای توضیحی است" که در صورت رد فرضیه صفر از روش اثرات ثابت و در غیر این صورت از روش اثرات تصادفی برای برآورد مدل استفاده می‌شود.

همان‌گونه که در مدل (۱) جدول (۲) ملاحظه می‌شود، مطابق انتظار، شاغلان تحقیقاتی، شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش افزوده در کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران هستند. بر اساس نتایج بدست آمده از مدل (۱)، ضرایب برآوردی شاغلان تحقیقاتی، شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده

به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۲۶ و ۰/۱۱ می‌باشد و بیانگر این است که یک درصد افزایش در شاغلان تحقیقاتی، شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده به ترتیب باعث افزایش ارزش افزوده در کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران به میزان ۰/۳۶ درصد، ۰/۲۶ درصد، و ۰/۱۱ درصد می‌گردد. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، کشش ارزش افزوده واحدهای مورد بررسی نسبت به تعداد شاغلان تحقیقاتی قابل ملاحظه است و به طور چشمگیری از کشش ارزش افزوده نسبت به تعداد شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده بیشتر است. بنابراین می‌توان انتظار داشت با افزایش تعداد شاغلان تحقیقاتی، ارزش افزوده کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران نیز افزایش یابد. همچنین نتایج ارائه شده در مدل (۱) جدول (۲) نشان می‌دهد که ضریب تعیین تعدیل شده (R^2) برای مدل (۱) برابر ۰/۹۴ می‌باشد که حاکی از قدرت توضیح دهنده‌گی بالای مدل می‌باشد. آزمون معنی‌دار بودن کلی رگرسیون (آزمون F) نیز حاکی از معنی‌دار بودن کلی مدل (۱) در سطح معنی‌داری ۱ درصد می‌باشد.

نتایج برآورد مدل با مخارج R&D به روش اثرات ثابت برای کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران در مدل (۲) جدول (۲) ارائه شده است. نتایج برآورد مدل با مخارج R&D نیز نشان می‌دهد که تعداد کل شاغلان و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش افزوده در کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران هستند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مطابق انتظار، مخارج R&D دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش افزوده در کارگاه‌های مورد بررسی می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده از مدل (۲)، ضرایب برآوردی تعداد کل شاغلان، مخارج R&D و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۶۴ و ۰/۰۴ می‌باشند و بیانگر این هستند که یک درصد افزایش در تعداد کل شاغلان، مخارج R&D و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده به ترتیب باعث افزایش ارزش افزوده در واحدهای R&D ایران به میزان ۰/۱۱ درصد، ۰/۶۴ درصد و ۰/۰۴ درصد می‌گردند. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود کشش ارزش افزوده واحدهای مورد بررسی نسبت به مخارج R&D به مراتب بیشتر از کشش ارزش افزوده نسبت به تعداد شاغلان و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده است. بنابراین می‌توان انتظار داشت با افزایش مخارج R&D، ارزش افزوده کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران نیز افزایش یابد.

همان‌گونه که در مدل (۲) جدول (۲) ملاحظه می‌شود، ضریب تعیین تعدیل شده (R^2) برای مدل برآوردی برابر ۰/۹۷ می‌باشد که حاکی از قدرت توضیح دهنده‌گی بالای مدل است. آزمون معنی‌دار

بودن کلی رگرسیون (آزمون F) نیز حاکی از معنی‌دار بودن کلی مدل در سطح معنی‌داری ۱ درصد می‌باشد.

۸- جمع بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

تحقیق و پژوهش از عوامل موثر در توسعه و رشد اقتصادی کشورها می‌باشد، به طوری که توجه به امر تحقیقات در کشورهای پیشرفته باعث توسعه تکنولوژی و تحول شگرف در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شده است. هم‌اکنون نیز سهم بودجه تحقیق و پژوهش در کل بودجه دولت، سهم ارزش افزوده تحقیقات در تولید ناخالص داخلی و نماگرهای دیگر در زمینه سهم تحقیقات در کل اقتصاد نشانگر میزان رشد و توسعه یافتگی جامعه می‌باشد.

بر خلاف کشورهای صنعتی، کشورهای در حال توسعه اخیراً به اهمیت R&D پی برده‌اند و سعی در تقویت آن نموده‌اند. ایران از جمله کشورهای در حال توسعه است که در آن هر چند واحدهای R&D پس از جنگ تحمیلی ایجاد شده است؛ اما میزان اثر بخشی واحدهای R&D و رابطه بین فعالیت‌های تحقیقاتی و ارزش افزوده آنها، هنوز چندان مشخص نیست. لذا در این مطالعه به بررسی تاثیر فعالیت‌های R&D بر ارزش افزوده در واحدهای تحقیق و توسعه ایران پرداخته شده است و بدین منظور از داده‌های تابلویی کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران به تفکیک استان‌های کشور طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۵ استفاده گردیده است.

برآورد مدل (۱) ارائه شده در این تحقیق نشان می‌دهد که شاغلان تحقیقاتی، شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش افزوده در واحدهای R&D ایران هستند. ضرایب برآوردی متغیرهای مزبور به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۲۶ و ۰/۱۱ می‌باشند و بیانگر این هستند که یک درصد افزایش در شاغلان تحقیقاتی، شاغلان غیر تحقیقاتی و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده به ترتیب باعث افزایش ارزش افزوده در واحدهای R&D ایران به میزان ۰/۳۶ درصد، ۰/۲۶ درصد و ۰/۱۱ درصد می‌گردد. نتایج برآورد مدل با مخارج R&D نیز نشان می‌دهد که تعداد کل شاغلان، مخارج R&D و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش افزوده در کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه ایران هستند. ضرایب برآوردی متغیرهای مزبور به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۶۴ و ۰/۰۴ می‌باشند و بیانگر این هستند که یک درصد افزایش در تعداد کل شاغلان، مخارج R&D و نسبت سرمایه‌گذاری به ارزش افزوده به

ترتیب باعث افزایش ارزش افزوده در واحدهای R&D مورد بررسی به میزان ۰/۱۱ درصد، ۰/۶۴ درصد و ۰/۰۴ درصد می‌گردد.

همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که کشش تولید نسبت به فعالیت‌های R&D به مراتب بیشتر از کشش تولید برای سایر متغیرهای مورد استفاده در تحقیق برای واحدهای تحقیق و توسعه ایران می‌باشد؛ لذا می‌توان انتظار داشت با افزایش تعداد شاغلان تحقیقاتی و مخارج R&D، ارزش افزوده واحدهای تحقیق و توسعه ایران به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد.

در پایان با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

طبق نتایج تحقیق، مخارج R&D، ارزش افزوده واحدهای R&D ایران را به طور مثبت و معنی‌دار تحت تأثیر قرار داده است که میزان تأثیرگذاری آن نیز قابل ملاحظه می‌باشد؛ لذا توصیه می‌شود که فعالیت‌های R&D واحدهای دارای فعالیت تحقیق و توسعه کشور توسط دولت مورد حمایت قرار گیرد. دو ابزار عمده حمایت دولت از فعالیت‌های R&D واحدهای تحقیق و توسعه عبارتند از:

الف) مشوق‌های مالی:

مشوق‌های مالی به دو صورت مستقیم (اعطای کمک‌های مالی دولت مثل یارانه‌ها و وام) و غیر مستقیم (بخشش مالیاتی) صورت می‌گیرد. در مشوق‌های مالی مستقیم، دولت مبالغی را تحت عنوان یارانه‌های R&D، به صورت مستقیم به واحدها می‌پردازد. در مشوق‌های مالی غیر مستقیم نیز، دولت از طریق ایجاد انگیزه‌های مالیاتی، کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه را به افزایش مخارج R&D ترغیب می‌کند. روش غیر مستقیم نسبت به روش مستقیم برتری و مزیت دارد^۱. دامنه استفاده از مشوق‌های مالی غیر مستقیم در کشورهای مختلف دنیا رو به افزایش است. لذا توصیه می‌شود که دولت به منظور حمایت از فعالیت‌های R&D کارگاه‌های دارای فعالیت تحقیق و توسعه، بیشتر از مشوق‌های مالی غیر مستقیم استفاده کند.

^۱ پرداخت‌های مستقیم R&D دولت ممکن است با مخارج R&D واحدهای تحقیق و توسعه جایگزین شده و در نهایت اثر کل حمایت دولت خنثی شود. در واقع مشوق‌های مالی مستقیم تنها در صورتی موجب افزایش کل مخارج R&D واحدهای R&D می‌شود که یارانه‌های دولتی، مکمل مخارج R&D واحدهای R&D باشد.

ب) ایجاد زیرساخت‌های لازم برای گسترش فعالیت‌های R&D:

عواملی همچون قوانین و مقررات، تعریف، تضمین و اجرای حقوق مالکیت فکری، ساختار صنعت، درجه رقابتی بودن اقتصاد و درجه باز بودن آن و ... می‌تواند تاثیر مستقیمی بر فعالیت‌های R&D و قابلیت اثرگذاری آن بر ارزش افزوده واحدهای R&D و کل اقتصاد داشته باشد. عوامل و زیرساخت‌های مذکور می‌تواند تحت تاثیر سیاست‌های دولت باشد. لذا دولت می‌تواند با سیاست‌های خود، زیرساخت‌های مزبور و بسترهای نهادی و اجتماعی - که در واقع بستر انگیزشی برای فعالیت‌های موثر R&D هستند - را تقویت کند و بدین طریق سبب افزایش فعالیت‌های R&D و کارایی آنها شود.

طبق نتایج تحقیق، شاغلان تحقیقاتی نقش مهمی را در افزایش ارزش افزوده واحدهای R&D کشور طی دوره مورد بررسی داشته‌اند. بنابراین می‌توان بیان داشت که برای افزایش سریع‌تر و هرچه بیشتر ارزش افزوده واحدهای مورد بررسی، باید به کمیت و کیفیت شاغلان تحقیقاتی توجه ویژه‌ای مبذول شود. در این راستا دولت می‌تواند به شیوه‌های مختلف واحدهای مورد بررسی را به استفاده بیشتر از محققان مولد و کارآمد تشویق کند.

منابع و مآخذ

الف: منابع و مآخذ فارسی

۱. آذربایجانی، کریم (۱۳۶۹). *الگوی اقتصادسنجی عوامل موثر بر بهره‌وری صنایع کشور، اصفهان، سازمان برنامه و بودجه استان اصفهان.*
۲. حسن زاده، علی. و حیدری، حسن (۱۳۸۰). "بررسی نقش مخارج R&D در نرخ رشد اقتصادی". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران ۸: ۶۰-۷۸.
۳. حسینی نسب، ابراهیم. و غوجی، رضا (۱۳۸۶). "تجارت خارجی و رشد بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ۷(۱): ۷۵-۹۲.
۴. داغبندان، الهیار. و صدفی، منوچهر (۱۳۸۰). "ارزیابی عملکرد واحدهای تحقیق و توسعه در چارچوب اهداف استقرار آنها در بخش صنعت". مجموعه مقالات سومین همایش بین‌المللی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن. تهران، جامعه مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن با همکاری نشر آتنا: ۲۸۹-۲۷۹.
۵. سایت بانک مرکزی (<http://tsd.cbi.ir/IntTSD/Display/>) و (<http://www.cbi.ir/simplelist/>).
۶. سایت مرکز آمار ایران (<http://amar.sci.org.ir/>).
۷. سایت وزارت صنایع و معادن ایران (<http://www.mim.gov.ir/>).
۸. شهسوار جلاوت، امیر (۱۳۸۰). "بررسی وضعیت واحدهای تحقیق و توسعه (R&D) استان و تبیین جایگاه کنونی و تدوین خط مشی‌ها و راهکارهایی جهت توسعه این واحدها". مجموعه مقالات سومین همایش بین‌المللی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن. تهران، جامعه مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن با همکاری نشر آتنا: ۲۶۶-۲۵۳.
۹. صادقی، علی اکبر (۱۳۸۳). *الگوهای رشد درون‌زا و کاربردهای آنها در اقتصاد ایران، کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، اصفهان.*
۱۰. کیمجانی، اکبر. و معمارنژاد، عباس (۱۳۸۳). "اهمیت کیفیت نیروی انسانی و R&D (تحقیق و توسعه) در رشد اقتصادی ایران". پژوهشنامه بازرگانی (۳۱): ۳۱-۱.
۱۱. محمدزاده، پرویز. ممی‌پور، سیاب. و فشاری، مجید (۱۳۸۹). *کاربرد نرم افزار Stata در اقتصادسنجی، تهران، نور علم و دانشکده علوم اقتصادی.*

۱۲. محمودزاده، محمود. و محسنی، رضا (۱۳۸۴). "بررسی تاثیر تکنولوژی وارداتی بر رشد اقتصادی در ایران". فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ۵(۱۶): ۱۰۳-۱۲۹.
۱۳. مرادی، محمدعلی. و مهدیزاده، مریم (۱۳۸۴). "تجارت خارجی و رشد اقتصادی ایران". فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین ۳: ۳۸-۷۲.
۱۴. ملت پرست، ماهور. و بداعی، لایلا (۱۳۸۰). "تحلیل فعالیتهای تحقیق و توسعه در صنعت در قالب شبکه تکنولوژی". مجموعه مقالات سومین همایش بین المللی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن. تهران، جامعه مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن با همکاری نشر آتنا: ۲۸-۱۱.
۱۵. واعظ، محمد. طیبی، کمیل. و قنبری، عبدالله (۱۳۸۶). "نقش هزینه های تحقیق و توسعه در ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا". فصلنامه بررسی های اقتصادی ۴(۴): ۵۳-۷۲.
۱۶. وجدانی طهرانی، هدیه. و افتخاری، عبدالرضا رکن الدین (۱۳۸۴). "سنجش اثر بخشی سرمایه گذاری های تحقیقاتی و فیزیکی بر ارزش افزوده بخش صنعت و معدن". فصلنامه مدرس (۴۲): ۲۴۵-۲۶۴.
۱۷. همت جو، علی (۱۳۸۲). *اندازه گیری بهره وری صنایع استان آذربایجان شرقی و آنالیز عوامل موثر بر آن*، تبریز، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان آذربایجان شرقی.

ب: منابع و مآخذ لاتین

1. Aghion, P. & P. Howitt (1992). "A Model of Growth Through Creative Destruction". *Econometrica* 60(2): 323-351.
2. Aiginger, K. & M. Falk (2005). "Explaining Differences in Economic Growth among OECD Countries". *Empirica* 32(1): 19-43.
3. Akkoyunlu, A., S. Mihci & H. Arsalan (2006). "The Custom Union with EU and Impact on Turkey's Economic Growth". 8th ETSG (European Trade Study Group) Annual Conference-Vienna.
4. Evenson, R.E. & L. Singh (1997). "Economic Growth, International Technological Spillovers and Public Policy: Theory and Empirical Evidence from Asia". Center Discussion paper, No.777, (http://www.econ.yale.edu/growth_pdf/cdp777.pdf).
5. Eaton, J. & S. Kortum (2001). "Trade in Capital Goods". NBER Working Paper, No.8070.
6. Global R&D Report (2008). *R&D Magazine*: 1-18. (www.dudebin.com/library/RD_GR2007.pdf).
7. 2011 Global R&D Funding Forecast (2010). *R&D Magazine* (www.rdmag.com).
8. Greene, W.H. (2002). *Econometric Analysis*, USA, Prentice-Hall Inc.
9. Grossman, G.M. & E. Helpman (1991). "Quality Ladders in the Theory of Growth". *Review of Economic Studies* 58(1): 43-61.

10. International R&D Comparisons (2010). National Science Foundation. (www.nsf.gov/statistics/seind10/pdf/c04.pdf)
11. Jones, C.I. (1995). "R&D-Based Models of Economic Growth". *Journal of Political Economy* 103(4): 759-784.
12. Jones, C.I. (1995). "Time Series Tests of Endogenous Growth Models". *The Quarterly Journal of Economics* 110(2): 495-525.
13. Kuen-Hung, T. and Jiann-Chyuan, W. (2004). "The R&D Performance in Taiwan's Electronics Industry: A Longitudinal Examination". *R&D Management* 34(2): 179-189.
14. Pingfang, Z. & L. Lei (2007). "Direct Effect of Ownership and Technology Import: Firm Level Evidence from Large and Medium-Enterprises in Shanghai". *Frontiers of Economics in China* 2(1): 74-91.
15. Romer, D. (2006). *Advanced Macroeconomics*, USA, McGraw-Hill Companies.
16. Romer, P.M. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy* 98(5): S71-S102.
17. Snowdon, B. & H.R. Vane (2005). *Modern Macroeconomics*, USA, Edward Elgar Publishing.
18. Svensson, R. (2008). "Growth through Research and Development-What Does the Research Literature Say?" . VINNOVA-Swedish Governmental Agency for Innovation Systems, (<http://www.vinnova.se/upload/EPiStorePDF/vr-08-19.pdf>).
19. Sylwester, K. (2001). "R&D and Economic Growth". *Journal of Development Economics* 13(4): 71-84.
20. Tsang, E.W.K., P.S.L. Yip & M.H. Toh (2008). "The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrialized Economy". *International Business Review* 17: 423-441.
21. Tseng, Chun-Yao (2008). "Internal R&D Effort, External Imported Technology and Economic Value Added: Empirical Study of Taiwan's Electronic Industry". *Applied Economics* 40(8): 1073-1082.
22. Ulka, H. (2004). "R&D, Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis". IMF working paper No. WP/04/185.
23. World Bank (2008). *World Development Indicators CD-ROM*.