فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال چهارم/ شماره چهاردهم/ تابستان ۱۳۹٤

ارائه مدل مناسب محاسبه نرخ بازگشت و سرریز سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای صنایع منتخب در ایران

احمد جعفرنژاد
استاد دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
jafernjad@ut.ac.ir

ابوالفضل کیانی بختیاری
دانشجوی دکتری مدیریت فناوری- گرایش نوآوری دانشگاه تهران (مسئول مکاتبات)
kiany@ut.ac.ir

محمد حاجعلی
دانشجوی دکتری مدیریت فناوری- گرایش نوآوری دانشگاه تهران
m.hajali@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۲۴

چکیده

در این پژوهش نرخ بازگشت تحقیق و توسعه و سر ریز تحقیق و توسعه در ۷ صنعت شیمیایی، فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی، رایانه و الکترونیک، مواد دارویی، خودرو، سیمان مبتنی بر داده‌های حاصله طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۵ به کمک ارائه یک مدل ریاضی بر مبنای تابع تولید کاب داگلاس، مورد بررسی و کنکاش قرار گرفته است.

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که در صنایع مذکور، شدت R&D به عنوان یک متغیر توضیحی، دارای همبستگی بالایی با رشد بهره وری کل عوامل تولید (TFP) است. نرخ تخمینی مجموع بازگشت R&D و سرریز های آن حدود ۱۳-۲۳ درصد بدست آمده است، لذا نتایج نشان می دهد که مجموع نرخ بازگشت تحقیق و توسعه و سرریزهای R&D در ایران بسیار پایین تر از کشورهای توسعه یافته است، همچنین بر اساس نتایج بدست آمده، اثر سرریز R&D بر رشد بهره‌وری در صنایع مذکور بسیار کمتر از اقتصادهای پیشرفته است. لذا برای سرعت بخشیدن به رشد اقتصاد کشور در کنار توجه به رشد مخارج R&D، تعمیق و گسترش اثرات سرریزهای R&D بین صنایع داخلی از جمله سیاست های مهمی است که می باید در اسناد بالا دستی و برنامه های توسعه جمهوری اسلامی ایران بطور جدی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تحقیق و توسعه، نرخ بازگشت R&D، تابع کاب داگلاس، مدل سازی اقتصادی، تحقیق و توسعه در صنعت، مدل‌های درونزای رشد اقتصادی.

۱- مقدمه

در کنار سایر نهاده های تولید نظیر سرمایه و نیروی کار در دهه های اخیر مخارج تحقیق و توسعه به عنوان یکی از عوامل اصلی تولید مورد توجه قرار گرفته است. چارچوب اقتصاد دانش محور هزینه های تحقیق و توسعه را علاوه بر دیدگاه نهاده تولید، به عنوان گونه ای از سرمایه گذاریها در اقتصاد شناخته شده اند. بدین معنا که صرف هزینه های تحقیق و توسعه، سرمایه گذاری برای پایداری اقتصاد به شمار می آید. امینی و حجازی آزاد (۲۰۰۸).

با چنین نگرشی، سرمایه گذاریهای تحقیق و توسعه در حسابهای ملی بخشی از منبع اصلی رشد اقتصادی بوده و توجه به آن الزامی برای اقتصادهای امروزی است.

بازگشت سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه موضوعی است که توجه علاقمندان، مدیران، حسابداران، سیاستگذاران و اقتصاددانان را به خود جلب نموده است. مهم ترین دلیل برای این تمرکز آن است که فعالیت های تحقیق و توسعه پر هزینه بوده و بنابراین سرمایه گذاران می باید از ابتدا نسبت به بازگشت سرمایه خود اطمینان داشته باشند.

میزان سرمایه گذاری در فعالیت های تحقیق و توسعه متفاوت بوده ولی هدف همه آنها یافتن نتایج علمی و کاربردهای جدید و نوآورانه است. در فعالیت های تحقیق و توسعه، هرچه هدف تحقیقات کاربردی تر بوده و امکان تجاری سازی، اختراع و تولید مرغوب کالا را سبب شود، به تبع آن میزان سرمایه گذاری بیشتری را می طلبد. بنابراین میزان هزینه های پژوهش های کاربردی بیشتر از پژوهش های بنیادی است.

هدف از این پژوهش محاسبه نرخ بازگشت و سرریز سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه برای صنایع منتخب در ایران است که بر اساس مدل ها و توابع رشد و بویژه در قالب مدل های ریاضی بومی سازی شده برای صنایع خاص طراحی و آزمون شده است.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

بیش از نیم قرن است که اقتصاددانان به معرفی مدل های متعدد محاسبه و تخمین نرخ بازگشت هزینه های فعالیت های تحقیق و توسعه اقدام نموده اند، لیکن کماکان مدل متقن و جامعی در این خصوص ارائه نشده است. هال، میرس(۱۹۹۵).

یک مشکل عمده در روند محاسبات و تخمین نرخ بازگشت هزینه های تحقیق و توسعه این است که بازگشت سرمایه به پارامترهای متعددی همچون استراتژی شرکت یا بنگاه، استراتژی رقبا و ساختار و محیط پیرامونی اقتصاد کلان دارد که معمولاً همه این عوامل در هنگام آغاز فعالیت ها و برنامه های تحقیق و توسعه قابل پیش بینی نمی باشند. بنابراین نباید انتظار داشت که همواره نرخ بازگشت هزینه های تحقیق و توسعه در تمام بخش ها و در تمام اقتصادهای بصورت مشابه باشد. هلپمن و هوفمایتر(۲۰۰۹).

علیرغم افزایش تاثیر دارائی های نامشهود بر رشد اقتصادی، کماکان مشکلاتی در روند سرمایه گذاری این دارائی ها که R&D را نیز در بر می گیرد، وجود دارد. مهم ترین آن اندازه گیری نرخ استهلاک آنهاست. به گونه

ای که اندازه گیری استهلاک R&D توسط محققان بعنوان موضوع پیچیده ای تلقی شده که مستلزم محاسبه جریان اقتصادی و بکارگیری رویکردها و فرمول های متعدد است. آیزکورب، مویلن و رابینس(۲۰۰۶)؛ یورگنسن و گریلیچز(۱۹۶۷)؛ کوررادو، هولتن و شل(۲۰۰۶).

برخی از صاحب نظران همچون گریلیچز بر این باورند که برونداد سرمایه R&D غیر قابل مشاهده است. گریلیچز(۱۹۹۸).

بعلاوه بازاری برای دارائی های R&D وجود ندارد و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه بیشتر مصرف داخلی دارد و نمی توان اکثر آن را در جریان کلان توسعه اقتصادی بدقت محاسبه نمود. از طرفی از آنجا که محیط صنایع نیز متفاوت است و در هر صنعت شیوه محاسبه بازگشت تحقیق و توسعه متفاوت خواهد بود. هال(۲۰۰۷).

در مقابل این تفکر گروهی دیگر از محققان، معتقدند که مشکلات و پیچیدگی های محاسبه نرخ بازگشت و استهلاک R&D را می توان با محاسبه نرخ بازسازی و بازآفرینی اختراعات، عملکرد تولید، نرخ استهلاک و ارزیابی بازار حل نمود. البته تاکنون روش جامع و مانعی برای محاسبه دقیق بازگشت نرخ هزینه های تحقیق و توسعه وجود ندارد، لیکن مرکز تحلیل اقتصادی آمریکا (BEA)[1] به گونه ای برنامه ریزی کرده است که درونداد و برونداد سرمایه گذاری های تحقیق و توسعه را در حسابرسی ها مورد محاسبه قرار دهد و به همین جهت برنامه ای را تحت عنوان حسابهای ماهواره‌ای تحقیق و توسعه (R&DSA)[2] طراحی کرده تا اقتصاددانان را در درک بهتر فعالیت های تحقیق و توسعه و اثرات آن در رشد اقتصادی یاری رساند. این برنامه از متدولوژیهای متعددی برای این محاسبه استفاده می نماید. مید(۲۰۰۷).

هزینه‌های تحقیق و توسعه در ایران با وقفه‌ای کوتاه در مقایسه با سایر کشورها از سالهای قبل از پیروزی انقلاب اسلامی مورد توجه قرار گرفته است. این دسته از هزینه‌ها همیشه به عنوان بخشی از هزینه‌های جاری در نهادهای دولتی بر اساس قانون بودجه سالانه تعریف می‌شوند. اما نکتهٔ اساسی در هزینه‌های تحقیق و توسعه ایران آن است که از یک سو نگاه به این هزینه‌ها غیرسرمایه‌ای است و از سوی دیگر دولت تقریباً تمام سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه را به خود اختصاص داده است. بر این اساس می توان ادعا نمود که هزینه های تحقیق و توسعه در ایران همانند سایر یارانه های پرداختی از سوی دولت بوده و برای اهداف مختلفی صرف می شوند. عظیمی و برخورداری(۲۰۰۸).

سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه چه در سطح بنگاهها و صنعت و چه در سطح کلان اقتصاد همواره به عنوان منابع رشد اقتصاد بوده اند.

تحقیقات زیادی در خصوص اندازه گیری نرخ بازگشت هزینه های تحقیق و توسعه تاکنون صورت نپذیرفته است و به نظر می رسد که محققان به این موضوع تمرکز خاصی نداشته اند، شاید یکی از مهم ترین دلیل برای فقدان تحقیقات در این خصوص عدم اتفاق نظر صاحب نظران در خصوص روشی خاص و واحد برای ارزیابی نرخ باگشت سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه باشد.

در هر حال با مرور ادبیات در می یابیم که نخستین و پیشگام ترین پژوهش در این خصوص توسط گریلیچز (۱۹۷۹) صورت پذیرفته است. وی در مقاله ای به طرح دو دسته از مشکلات فرا روی سنجش نرخ بازگشت تحقیق و توسعه پرداخته است. مشکلات مربوط به سنجش برونداد های تحقیق و توسعه در مواردی که بخش اعظم بودجه های تحقیق و توسعه صرف بهبود کیفیت می شود که در آن صورت نتیجه کیفی است و محاسبه کمی نرخ بازگشت را با مشکل مواجه می نماید و مشکلات مربوط به سنجش دروندادها، بویژه زمانی که تخمین دقیق سهم سرمایه تحقیق و توسعه قبل از شروع تولید مد نظر باشد، که این کار نیز دشوار است. گریلیچز (۱۹۷۹)

اسکانکرمن و همکاران (۱۹۸۱)به این نکته اشاره نمودند که تفاوت عمده‌ای میان بازگشت سرمایه و سرریز سرمایه در تحقیق و توسعه وجود دارد و محاسبه اینکه چقدر از هزینه‌های تحقیق و توسعه از طریق بازگشت اجتماعی و چقدر از طریق سرریز صورت می پذیرد، دشوار است.

مارک راجر (۲۰۰۲) در مطالعه‌ی خود که در فاصله سال های ۲۰۰۰-۱۹۸۹ انجام شد، از روش تابع تولید، اقدام به برآورد نرخ بازگشت سرمایه گذاری بر روی فعالیت های تحقیق و توسعه نموده و نشان داده است که در فاصله میانی سال های مورد مطالعه میزان سرمایه‌گذاری بر روی تحقیق و توسعه و نرخ بازگشت آن روند کاهشی داشته است و مهم ترین عامل آن را محدودیت های مالی، نوآوری و سرمایه انسانی غیر ماهر ذکر نموده است.

هال (۲۰۰۷)با مروری بر فعالیتهای تحقیق و توسعه در صنایع، مشکلات اندازه گیری نرخ بازگشت تحقیق و توسعه، را برشمرده است. وی در سال ۲۰۰۷ نیز به جزئیات بیشتری در این خصوص پرداخته و راهکاری برای تخمین استهلاک هزینه های تحقیق و توسعه در سطح بنگاه ارائه نموده است.

مطالعات مونن (۱۹۹۰) ، دبرسون (۱۹۹۰) و گریلیچز (۱۹۹۸) بطور جامع صرفاً به مساله سرریز تحقیق و توسعه پرداخته است. منظور از سرریز اثری است که تحقیق و توسعه علاوه بر بخش مربوط، بر سایر بخش های اقتصادی می‌گذارد و در بالا بردن ارزش افزوده آنها نقش بسزایی ایفاء می کند.

علاوه بر آن برخی از پژوهشگران معتقدند که پروژه های تحقیق و توسعه از ریسک فنی و تجاری بالایی برخوردار بوده و بسیاری از آنها به موفقیت دست نمی یابند. منزفیلد (۱۹۷۱) ، شرر (۱۹۹۹) و نلسون (۱۹۹۹) اذعان می دارد که بازگشت سرمایه های R&D همیشه بصورت مستقیم و در زمان قابل پیش بینی اتفاق نمی‌افتد، بلکه شرکتهای دارای R&D قوی، شرکتهای فرصت آفرین هستند و این فرصت‌آفرینی بازگشت غیرمستقیم سرمایه‌گذاریهای تحقیق و توسعه را تضمین می کند.

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۹ توسط آلبرت لینک بر روی ۸۸ شرکت آمریکایی انجام شد، نتایج بدست آمده موید این نکته بود که روش و مدل اندازه گیری واحدی برای محاسبه نرخ بازگشت هزینه های تحقیق و توسعه وجود ندارد و شرکت های مذکور از روش های بومی سازی شده و تلفیقی به اینکار مبادرت می نمایند.

آرژانتینو و همکاران (۲۰۱۰) اقدام به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و تحقیق و توسعه در کشورهای عضو OECD نموده و در این مطالعه به یک رابطه معنی دار میان هزینه های تحقیق و توسعه و بهره وری کل و رشد اقتصادی این کشورها دست یافته است.

در این پژوهش نیز مدلی بومی برای محاسبه نرخ بازگشت تحقیق و توسعه و سرریز تحقیق و توسعه در ۷ صنعت منتخب مبتنی بر داده‌های حاصله طی سری زمانی ۱۳۷۸-۱۳۸۵ به کمک ارائه یک مدل ریاضی بر مبنای تابع تولید کاب داگلاس، پیشنهاد شده است.

در الگوی رشد نئوکلاسیکی که نخستین بار توسط رابرت سولو مطرح شد، عامل فناوری به صورت برونزا و تابع زمان در نظر گرفته شده است. به طور کلی نقاط ضعف مدل نئوکلاسیکی سولو از جمله درنظر نگرفتن فناوری حاصل از اکتشافات و تحقیق و توسعه و بیان این نکته که تحول فناورانه صرفاً تابع گذشت زمان است، باعث شد مدل‌های رشد درونزا مطرح شوند. رومر یادآور شده است که علت این ناکامی، آن است که اقتصاددانان نتوانستند دو فرض اساسی نئوکلاسیکی را کنار بگذارند. یکی این که تغییرات فناوری برونزا هستند و دیگر این که فرصت‌های فناورانه به طور یکسانی در دسترس همه کشورهای جهان است. رومر(۱۹۸۶).

نارضایتی از الگوهای سنتی رشد اقتصادی نئوکلاسیک در طی اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ و اوائل دهه‌ی ۱۹۹۰ تشدید شد. مدل‌های رشد درونزا برخلاف مدل‌های نئوکلاسیکی به نقش عوامل درونزای انباشت سرمایه‌ی انسانی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه به عنوان موتور اصلی رشد اقتصادی اهمیت داده‌اند. اگر چه الگوهای رشد درونزا دارای برخی شباهت‌های ساختاری با الگوهای نئوکلاسیک‌اند ولی فروض و نتایج آنها به طور قابل توجهی متفاوت است. در این مورد می‌توان گفت که الگوهای رشد درونزا فرض نئوکلاسیک‌ها در مورد نزولی بودن بازده نهایی سرمایه را نادیده می‌گیرند و به عکس بازده فزاینده نسبت به مقیاس را در تابع تولید وارد الگو می‌کنند و اغلب بر نقش آثار خارجی در تعیین نرخ بازده سرمایه تاکید می‌کنند. (گروسمن و هلپمن(۱۹۹۱)؛ رومر(۱۹۸۶)؛ گریلیچز(۱۹۹۸).

در مدل‌های رشد درونزای مبتنی بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، رشد بلند مدت با تمرکز بر پیشرفت فنی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه، رشد بلندمدت با تمرکز بر پیشرفت فنی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه توضیح داده می‌شود. پیشرفت فنی از تلاش برای اختراع و ابداع نتیجه می‌شود، در نتیجه هر ابداع، موجب افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی می‌شود. بنابراین می‌توان بیان کرد که چرا تحقیق و توسعه از عوامل مهم و شاید مهم‌ترین عامل تولید است. تجربه‌ی موجود در پیشرفت اقتصادی جهان نشان می‌دهد که با افزایش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه رشد اقتصادی تسریع خواهد شد. تحقیقات به عمل آمده در جهت بررسی کمی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و رشد در دهه های ۵۰ و ۶۰ (که هزینه های تحقیق و توسعه به عنوان یک متغیر توضیحی در مدل‌های ارائه شده منظور شده است، دلالت بر همبستگی بین تغییر هزینه‌های تحقیق و توسعه و تغییر تولید ناخالص ملی دارد. آگیون ، هاویت(۱۹۹۲).

۳- مدل پژوهش و آزمون آن

یک روش مرسوم برای تخمین نرخ بازگشت تحقیق و توسعه قرار دادن R&D به عنوان یک آلترناتیو سرمایه در یک مدل استاندارد نئوکلاسیک می باشد. گریلیچز(۱۹۹۸).

لذا با توجه به تابع تولید کاب داگلاس[۳] و در نظر گرفتن زمان، ارزش افزوده تولید را می توان به صورت ذیل بیان نمود.

$$Y_i = A_i R_i^{\beta} S_i^{\theta} L_i^{\alpha_1} K_i^{\alpha_2} e^{\mu_i t} \qquad (۱)$$

در فرمول ۱، Y_i ارزش افزوده، R_i انباشت سرمایه R&D، S_i سرریز R&D صنعت، L_i نیروی کار، K_i سرمایه، A_i جمله ثابت و μ یک سری زمانی برای ثبت تاثیر دیگر سری ها می باشد. با لگاریتم گرفتن از طرفین معادله به فرمول ۲ خواهیم رسید.

$$\ln Y_i = \ln A_i + \beta \ln R_i + \theta \ln S_i + \alpha_1 \ln L_i + \alpha_2 \ln K_i + \mu_i t \qquad (۲)$$

با مشتق گرفتن از طرفین فرمول ۲ خواهیم داشت. در فرمول ۳، $\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\partial \ln Y_t}{\partial t} = (\frac{1}{Y})(\frac{\partial Y_t}{\partial t})$ است.

$$\frac{\dot{Y}_i}{Y_i} = \beta(\frac{\dot{R}_i}{R_i}) + \theta(\frac{\dot{S}_i}{S_i}) + \alpha_1(\frac{\dot{L}_i}{L_i}) + \alpha_2(\frac{\dot{K}_i}{K_i}) + \mu_i \qquad (۳)$$

با تفریق رشد نیروی کار و و سرمایه از طرفین معادله ۳ به فرمول قراردادی ۴ برای محاسبه رشد می رسیم.

$$TFPG_i = \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \alpha_1(\frac{\dot{L}_i}{L_i}) - \alpha_2(\frac{\dot{K}_i}{K_i}) = \beta(\frac{\dot{R}_i}{R_i}) + \theta(\frac{\dot{S}_i}{S_i}) + \mu_i \qquad (۴)$$

در معادله ۴ ضریب β و θ تعیین کننده حساسیت[۴] انباشت سرمایه R&D و سرریز R&D خواهند بود. لذا

$$\beta = \left(\frac{\partial Y}{\partial R}\right)\left(\frac{R}{Y}\right) = \rho\left(\frac{R}{Y}\right) \qquad \theta = \left(\frac{\partial Y}{\partial S}\right)\left(\frac{S}{Y}\right) = \rho_s\left(\frac{S}{Y}\right) \qquad (۵)$$

معادله ۵ نشان می دهد که دو ضریب حساسیت R&D معادل نرخ بازگشت می باشد که معادل تولید نهایی R&D ضرب در نسبت سرمایه R&D به ارزش افزوده می باشد. لذا از ادغام معادله ۴ و ۵ خواهیم داشت.

$$TFPG_i = \rho(\frac{\dot{R}_i}{Y_i}) + \rho_s(\frac{\dot{S}_i}{Y_i}) + \mu_i \qquad (۶)$$

در معادله ۶، ρ نرخ بازگشت خالص R&D و ρ_s نرخ بازگشت خالص سرریز R&D است. با این فرض که نرخ استهلاک انباشت R&D نزدیک به صفر است، خالص مخارج R&D معادل ناخالص مخارج R&D خواهد بود.

لذا می توان معادله ۶ را به صورت ذیل نوشت.

$$TFPG_i = \gamma\left(\frac{E_i}{Y_i}\right) + \gamma_s\left(\frac{E_{si}}{Y_i}\right) + \lambda_i \qquad (۷)$$

در معادله ۷ E جریان R&D و γ و γ_s نرخ بازگشت ناخالص R&D و سرریز R&D است. در این تحقیق معادله ۷ مبنای تخمین R&D خواهد بود. برای اندازه گیری انباشت R&D نیازمند داده های تاریخی مخارج R&D، نرخ استهلاک، وقفه ها[۵]، انباشت اولیه R&D و ضریب تعدیل کننده[۶] مخارج R&D هستیم. با توجه به این که نرخ استهلاک مناسب برای R&D به ندرت شناسایی شده است و سری های زمانی طولانی در زمینه هزینه های R&D معمولا در دسترس نیست، در این تحقیق نرخ استهلاک صفر فرض شده است گو این که در اغلب مطالعات قبلی نیز چنین رویکردی مشاهده می گرددکوان(۲۰۰۳)

در بررسی های انجام پذیرفته در سطح صنعت نیز مشاهده گردید که نتایج حاصل از رگرسیون، حساس به فرض اعداد دیگری برای نرخ استهلاک نیست. مشابه نرخ استهلاک، تعیین فاصله صحیح برای وقفه نیز دشوار است. اگر چه یافته های تجربی نشان دهنده بی تفاوتی نتایج نسبت به طول وقفه لحاظ شده می باشد. هال و مایرس(۱۹۹۵)

در اغلب مطالعات مشابه پیشین نیز طول وقفه یک دوره (بدون وقفه) در نظر گرفته می شود. در این مقاله نیز رابطه مخارج R&D بدون وقفه فرض شده است.

۴- نتایج پژوهش

نمونه انتخاب شده در این تحقیق از شرکتهای صنعتی موجود در ۷ صنعت مختلف و بر اساس داده های حاصله طی دوره ۱۳۷۸-۱۳۸۵ است. داده های سهم مخارج سالیانه R&D از مراجع معتبر مجمع تشخیص مصلحت نظام (۱۳۹۲) و مرکز پژوهشهای مجلس (۱۳۸۱)، و با لحاظ کردن تولید ناخالص داخلی (۱۰۰=۱۳۸۱) به عنوان تعدیل کننده، استخراج شده است.

TFP (بهره وری کل عوامل تولید) متغیر وابسته است. در این تحقیق رشد TFP برای صنعت i در دوره t محاسبه شده است.

$$\Delta TFP_{it} = \ln Y_{it} - \ln Y_{it-1} - \alpha_{it}(\ln L_{it} - \ln L_{it-1}) - (1-\alpha_{it})(\ln K_{it} - \ln K_{it-1}) \qquad (۸)$$

در معادله ۸ Y، L و K به ترتیب ارزش افزوده، ورودی نیروی کار و خالص انباشت سرمایه و α نیز سهم جبران نیروی کار[۷] از ارزش افزوده می باشد. داده های ارزش افزوده از «گزارش بهره وری نیروی کار، سرمایه و عوامل تولید، » بانک مرکزی (۱۳۸۸)، و با لحاظ کردن تولید ناخالص داخلی (۱۰۰=۱۳۸۱) به عنوان تعدیل کننده، استخراج شده است. ورودی نیروی کار از حاصل ضرب تعداد نیروی کار در متوسط ساعت کار ماهانه

محاسبه شده است. خالص انباشت سرمایه نیز از «گزارش بهره وری نیروی کار، سرمایه و عوامل تولید» بانک مرکزی (۱۳۸۸)، استخراج شده است.

گریلیچز (۱۹۷۵)معتقد است که دو نوع سرریز مختلف برای R&D می توان متصور بود. سرریز اجاره‌ای و سرریز دانش سرریز اجاره‌ای ناظر به این واقعیت است که تولیدکنندگان دانش و نوآوری به دلیل عدم توانایی تجربه قیمتهای متفاوت و رقابت، قادر به تنظیم کامل قیمت نمی باشد. لذا در چنین حالتی تولیدکننده R&D ناخواسته کالایی را ارائه می نماید که مقداری از بازده را به خریدار کالا منتقل می نماید. در مقابل، سرریز دانش به واسطه ویژگی های عمومی رخ می دهد. این ویژگیها زمانی ظهور پیدا می کند که تولیدکننده دانش نمی تواند از فعالیت های R&D خود منافع کاملا مناسبی حاصل نماید.

در این تحقیق ما اثرات سرریز دانش و سرریز اجاره‌ای بین خریدار و فروشنده را با یک مدل که در ادامه تشریح می گردد بررسی نموده ایم. ما با استفاده از دو تابع مختلف به توصیف ویژگی های متمایز این دو سرریز R&D پرداخته ایم. توابع مذکور دو سرریز R & D از جداول معاملات بین صنایع برآورد شده است. سرریز اجاره‌ای R&D به روش زیر اندازه گیری می شود. وولف و ندیری(۱۹۹۳)؛ ترلکیج(۱۹۸۰).

$$IRDB_i = \sum_j b_{ji}^0 E_j / y_i \qquad (۹)$$

در معادله ۹ نسبت خروجی صنعت j به فروش صنعت i است. E و y هم به ترتیب مخارج R&D صنعت j و ارزش افزوده صنعت i است. این تابع نمایانگر میزان بازده انتقال یافته به i صنعت از طریق کالاهای واسطه مبتنی بر R&D است، که از صنعت j خرید شده است. لذا معادل سرریز اجاره‌ای R&D از فروشنده به خریدار است.

معادله ۱۰ نیز برای محاسبه سرریز دانش R&D به کار می رود.

$$IRD_i = \sum_j a_{ji}^0 E_j / y_i \qquad (۱۰)$$

a_{ji}^0 در معادله ۱۰ یک ضریب میانگین ورودی است که از جداول داده-ستانده کشور برای ۱۳۷۸-۱۳۸۵ مرکز آمار ایران (۱۳۷۸-۱۳۸۵) به دست آمده است. این تابع مبین سرریز دانش R&D رابطه بین تامین کنندگان و خریداران است. میزان این سرریز دانش R&D متناسب با اهمیت صنعت j در ساختار تولید i می باشد. داده های صنایع مورد مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱: میانگین متغیرهای مدل برای صنایع انتخاب شده در طول سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۵

صنعت	TFPG (درصد)	RD (درصد)	IRD (درصد)	IRDB (درصد)
صنایع شیمیایی	۲,۶	۴,۸	۱,۲	۱۳,۹
فرآورده های نفتی	۰,۴	۳,۶	۰,۸	۱۹,۴
فلزات اساسی	۲,۸	۱,۶	۰,۴	۲۲,۷
رایانه و الکترونیک	۶,۳	۹,۲	۲,۳	۲۸,۱
مواد دارویی	۳,۹	۷,۷	۳,۴	۱۲,۲
خودرو	۴,۸	۳,۲	۰,۹	۲۳,۷
سیمان	۰,۸	۰,۳	۱,۹	۱۸,۱
میانگین	۳,۰۸	۴,۳۴	۱,۵۶	۱۹,۷۳
همبستگی با رشد TFP		۰,۱۳۱	۰,۵۳	-۰,۱

متوسط نرخ رشد TFP در سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۵ بیشینه ۶,۳ درصد در صنعت رایانه و الکترونیک و کمینه ۰,۴ درصد در صنعت فرآورده های نفتی می‌باشد. میانگین ۷ صنعت مورد بررسی نیز به طور میانگین معادل ۳,۰۸ درصد است. همچنین میانگین شدتR&D [۸] بین کمینه ۰,۳ برای صنعت سیمان و بیشنه ۹,۲ برای صنعت رایانه و الکترونیک قرار دارد. همانطور که انتظار می‌رود شدت R&D در صنایع با فناوری سطح بالاتر بیشتر بوده و متناسب با سطح فناوری صنعت مربوطه کاهش یافته است. ضریب همبستگی بین TFPG و ناخالص شدت R&D برابر ۰,۱۳۱ می باشد.

بر اساس محاسبات سرریز دانش R&D (IRD) نیز بین کمینه ۰,۴ برای صنعت فلزات اساسی و بیشنه ۳,۴ برای صنعت مواد دارویی قرار داشته و با رشد TFP همبستگی مثبت دارد. بر عکس سرریز اجاره ای R&D (IRDB) محاسبه شده با رشد TFP همبستگی منفی دارد. وان پوتلسبرگ و پوتری (۱۹۹۷)

برای برآورد نرخ بازگشت R&D و اثر سرریز R&D از معادله ۱۱ استفاده شده است. در این معادله فرض شده است که مخارج R&D برون‌زا[۹] است. لازم به ذکر است که اگر بازخوردی ناشی از رشد بالای TFP بر مخارج R&D وجود داشته باشد، برآورد حاصله با انحراف همراه خواهد بود. لذا با توجه به توضیحات مذکور به دلیل عدم وجود متغیرهای مناسب، نمی‌توان اثر این موضوع را محاسبه نمود.

$$TFPG_{it} = \lambda + \gamma RD_{it} + \gamma_s IRDs_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (11)$$

در معادله ۱۱ γ نرخ بازگشت مخارج R&D، γ_s بیانگر نرخ بازگشت سرریز بین صنعتی R&D و ε_{it} متغیر خطا است. RD معادل شدت R&D و IRDs معادل شدت سریزهای R&D می‌باشد. لازم به ذکر است که امکان خارج کردن اثر ورودیهای نیروی کار و سرمایه به کارگرفته شده در فعالیتهای R&D وجود ندارد، لذا خطای

محاسبه مجدد آن در γ اجتناب ناپذیر است. بنابراین ممکن است نتیجه برآورد نرخ بازگشت R&D قدری به سمت پایین انحراف یابد. بر اساس نتایج تحقیقات مشابه گذشته حذف چنین اثری نرخ بازگشت را حدود ۰,۱ افزایش خواهد داد. اسکانکرمن(۱۹۸۱).

در برآورد پانل داده به روش حداقل مربعات تلفیقی[۱۰]، به طور معمول از مدل اثرات ثابت (FE) و مدل اثرات تصادفی (RE) استفاده می‌شود. همچنین فرض شده است که دارای توزیع مستقل است. این فرض امکان بهره‌گیری از روش کمترین مربعات تعمیم یافته[۱۱] ε_{it} را فراهم می‌آورد. در نتیجه، معادله (۱۱) به روش GLS تخمین زده شده و نتایج آن در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲: تخمین نرخ بازگشت R&D و سرریز R&D

	FGLS با سالهای مجازی			FGLS بدون سالهای مجازی		
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
جمله ثابت	۰,۰۲۱ (۱,۵۸)	۰,۰۱۹ (۱,۵۱)	۰,۰۱۰ (۰,۵۹)	۰,۰۰۳ (۰,۷۴)	۰,۰۰۰۹ (۰,۱۸)	۰,۰۰۰۳ (۰,۰۷)
RD	** ۰,۱۲۱ (۱,۱۸)	* ۰,۱۳۴ (۱,۱۳۱)	** ۰,۱۲۱ (۱,۱۶)	* ۰,۱۹۳ (۱,۹۷)	* ۰,۱۹۸ (۲,۱۵)	* ۰,۲۱۳ (۲,۲۳)
IRD		۰,۰۲۱ (۱,۱۴)			۰,۰۱۸ (۱,۰۹)	
IRDB			۰,۰۰۳ (۱,۲۵)			** ۰,۰۰۴ (۲,۰۱)
اعداد داخل پرانتز مقادیر z هستند. * و ** نشان‌دهنده معناداری آماری در سطح ۱٪ و ۵٪ برای آزمون دو دنباله‌ای[۱۲] است.						

با توجه به نتایج جدول ۲ نرخ بازگشت R&D تخمین زده شده در حدود ۱۲ درصد الی ۲۲ درصد است. ضریب برآورد شده نشان می دهد که افزایش مخارج R&D به میزان ۱ درصد ارزش افزوده، به طور متوسط رشدی به میزان ۰,۲ درصد در بهره وری کل عوامل را در طول سالهای ۱۳۸۵-۱۳۷۸ به همراه داشته است. لازم به ذکر است که متوسط نرخ رشد TFP برای صنایع مذکور تنها ۳,۰۸ درصد بود. لذا نقش نهائی[۱۳] مخارج R&D در رشد بهره وری قابل توجه بوده است. با مقایسه نرخ بازگشت R&D حاصله با نتایج کشورهای توسعه یافته (جدول۳)، متوجه فاصله قابل توجه با سایر کشورهای توسعه یافته خواهیم شد.

با بررسی دقیق نتایج جدول ۲ در خواهیم یافت که تخمین نتایج به روش FGLS با سالهای مجازی برای هر دو سرریز R&D دارای نتایج معناداری آماری نیست. ولی ضریب سرریز اجاره‌ای R&D (IRDB) تخمین زده

شده بدون سالهای مجازی دارای معناداری آماری است. البته نتیجه حاصله با نتایج مطالعات انجام پذیرفته در خصوص کشورهای توسعه یافته (جدول۳) بسیار ضعیف است. لذا با توجه به این محاسبات می‌توانیم نتیجه بگیریم که سرریز R&D نقش مهمی در رشد بهره‌وری صنایع مورد نظر ندارد.

جدول ۳: نرخ بازگشت R&D و سرریز R&D کشورهای توسعه یافته

	مخارج R&D	سرریز R&D	مجموع
آمریکا (۱۹۸۱)	۰,۱ -۰,۲۳	۰,۵	۰,۶-۰,۷۳
ژاپن (۱۹۸۹)	۰,۲۶	۰,۸	۱,۰۶
انگلیس (۱۹۸۹)	۰,۱۲-۰,۲	۰,۰۹-۰,۱۲	۰,۲۱-۰,۳۲
فرانسه (۱۹۹۷)	۰-۰,۱۹	۰-۱,۲۹	۰-۱,۴۸

جدول ۳ خلاصه‌ای از بر،وردهای انجام پذیرفته در خصوص نرخ بازگشت R&D و سرریز R&D در برخی از کشورهای توسعه یافته را ارایه داده است. میانگین نرخ بازگشت R&D در کشورهای مذکور در حدود ۲۲٪ و میانگین مجموع نرخ بازگشت R&D و سرریز R&D در حدود ۶۸٪ می‌باشد. اگرچه این مقدار (نرخ بازگشت R&D) در ایران (در جامعه مورد بررسی) در حدود ۱۲-۲۲ درصد است، ولی مجموع این عدد با نرخ بازگشت سرریز R&D در حدود ۱۳-۲۳ درصد است که چیزی در حدود ۴۵ درصد پایین تر از میانگین کشورهای توسعه یافته می‌باشد. همچنین با بررسی داده‌های جدول ۳ در می‌یابیم که نرخ بازگشت سرریز R&D در غالب کشورها از نرخ بازگشت مخارج R&D بالاتر است در صورتی که این امر در نتایج بدست آمده برای ایران متفاوت است. برای این اختلاف می‌توان دلایل مختلفی را جستجو نمود، اما بر اساس مطالعات مشابه می‌توان محتمل ترین دلیل را ناشی از این دانست که صنایع مورد نظر به میزان زیادی به صنایع خارجی وابسته هستند. همانطور که می‌دانیم بخش صنعت در ایران به میزان زیادی وابسته به فناوری و کالاهای سرمایه‌ای وارداتی بوده و عمدتا بر تولید کالاهای نهایی برای مصرف داخلی و صادرات متمرکز است. لذا اثر سرریز R&D در چنین حالتی به شدت کاهش می‌یابد. مشابه چنین نتیجه گیری نیز در خصوص کانادا به واسطه وابستگی شدید صنعتی به آمریکا ، هانل(۱۹۹۴) و کره جنوبی به واسطه وابستگی شدید به ژاپن کوان (۲۰۰۳) به چشم می‌خورد.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

برخی از صاحب نظران بر این باورند که برونداد سرمایه R&D غیر قابل مشاهده است. بعلاوه بازاری برای دارائی های R&D وجود ندارد و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه بیشتر مصرف داخلی دارد و نمی توان اکثر آن را در جریان کلان توسعه اقتصادی بدقت محاسبه نمود. از طرفی از آنجا که محیط صنایع نیز متفاوت است و در هر صنعت شیوه محاسبه بازگشت تحقیق و توسعه متفاوت خواهد بود.

در مقابل این تفکر گروهی دیگر از محققان، معتقدند که مشکلات و پیچیدگی های محاسبه نرخ بازگشت و استهلاک R&D را می توان با محاسبه نرخ بازسازی و بازآفرینی اختراعات، عملکرد تولید، نرخ استهلاک و ارزیابی بازار حل نمود. البته تاکنون روش جامع و مانعی برای محاسبه دقیق بازگشت نرخ هزینه های تحقیق و توسعه وجود ندارد، لیکن مرکز تحلیل اقتصادی آمریکا (BEA)[۱۴] به گونه ای برنامه ریزی کرده است که درونداد و برونداد سرمایه گذاری های تحقیق و توسعه را در حسابرسی ها مورد محاسبه قرار دهد و به همین جهت برنامه ای را تحت عنوان حسابهای ماهواره‌ای تحقیق و توسعه (R&DSA) طراحی کرده تا اقتصاددانان را در درک بهتر فعالیت های تحقیق و توسعه و اثرات آن در رشد اقتصادی یاری رساند. این برنامه از متدولوژیهای متعددی برای این محاسبه استفاده می نماید.

در این مقاله تلاش شده است تا به کمک ارائه یک مدل ریاضی بر مبنای تابع تولید کاب داگلاس، نرخ بازگشت R&D و سرریز R&D با استفاده از پانل داده از ۷ صنعت تولیدی کشور در طول سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۵ محاسبه شود. یافته های تجزیه و تحلیل مبین این نکته است که اولاً شدت R&D به عنوان یک متغیر توضیحی دارای همبستگی بالایی با رشد TFP است. نرخ تخمینی مجموع بازگشت R&D و سرریزهای آن در حدود ۱۳-۲۳ درصد برآورد می‌گردد. لذا نتایج نشان می دهد که مجموع نرخ بازگشت R&D و سرریزهای آن در ایران بسیار پایین‌تر از کشورهای توسعه یافته است و ثانیاً سهم سرریزهای R&D در رشد بهره‌وری صنایع تولیدی مورد بررسی بسیار کم بوده و یا از نظر آماری معنادار نیست. نرخ بازگشت سرریز دانش R&D اندازه گیری شده با استفاده از ضرایب داده از لحاظ آماری معنادار نمی باشد و نرخ بازگشت سرریز اجاره‌ای R&D که با استفاده از ضرایب ستانده برآورد گردیده است؛ بسیار کم است با این حال از لحاظ آماری معنادار است. لذا این نتایج نشان می دهد که اثر سرریز R&D بر رشد بهره‌وری در صنایع مذکور بسیار کمتر از اقتصادهای پیشرفته است.

نظریات رشد درونزای اخیر بر اهمیت سرریزهای R&D در دست یافتن به رشد پایدار بلندمدت اقتصاد، تاکید دارند. بنابراین یکی از نکات کلیدی برای سرعت بخشیدن به رشد اقتصاد کشور در کنار توجه به رشد مخارج R&D، تعمیق و گسترش اثرات سرریزهای R&D بین صنایع داخلی است که می باید در ایران بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

* بانک مرکزی (۱۳۸۸)، گزارش بهره وری نیروی کار، سرمایه و عوامل تولید.
* مجمع تشخیص مصلحت نظام (۱۳۹۲) گزارش کارگروه نخبگان به کمیته نخبگان، قومیت ها و خرده فرهنگ ها.
* مرکز آمار ایران (۱۳۷۸-۱۳۸۵) گزارش جداول داده- ستانده سالانه.
* مرکز پژوهشهای مجلس (۱۳۸۱)، گزارش معاونت پژوهشی مرکز پژوهشهای مجلس

* Aizcorbe, A., Moylan, C., and Robbins, C.(2009). Toward Better Measurement of Innovation and Intangibles, Survey of Current Business, January 2009, pp. 10-23.

* Aghion, P., Howitt,P.(1992). A Growth Model through Creative destruction, Econometrica. 325-51.
* Argentino Pessoa(2010). R&D and Economic Growth: How Strong is The Link?, Faculdade de Economia do Porto, Rua Gr. Roberto Frias, 4200-464 Porto, Portugal, Journal Homepage, Vol. 98, pp S71- S 102.
* Azimi, N. A., & Barkhordari, S. (2008). Analysis of R&D expenditures on the base of budget low 2007, National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran.
* Amini, A., & Hejazi Azad, Z. (2008). Effect of human capital and R&D on total factor productivity in Iran. Journal of Iranian Economic Researches, 10(35),1-30
* Coe, D.T.,Helpman, E and A. Hoffmaister(2009). International R&D Spillovers and Institutions, European Economics Review, 53,723-741.
* Corrado, C., Hulten, C., & Sichel, D. (2006). Intangible Capital and Economic Growth, National Bureau of Economic Research working paper 11948.
* Debresson. C.(1990). Analyse Inter- Industry change Technology, Revue d' Economiie Politique, 100(6), 833-869.
* Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, Bell Journal of Economics, The RAND Corporation, vol. 10(1), pp 92-116, Spring.
* Griliches, Z. (1998). R&D and Productivity: The Econometric Evidence, Chicago: Chicago University Press.
* Grossman, G. M., Helpman, E(1991). Quality Ladders in the theory of Growth, Review of Economic Studied, 193(85), 43-61.
* Hall, B.H. and Mairesse, J. (1995). Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms, Journal of Econometrics, Vol.65, pp.263-293.
* Hall, B.(2007). Measuring the Returns to R&D: The Depreciation Problem, National Bureau of Economic Research Working Paper 13473.
* Hanel, P. (1994). Interindustry Flows of Technology: an Analysis of the Canadian Patent Matrix and Input-Output Matrix for 1978-1989, Technovation, Vol.14, pp.529-548.
* Jorgenson, D. and Griliches, Z. (1967). The Explanation of Productivity Change, Review of Economic Studies, 34 (July): 349-83.
* Kwon, H. (2003). Measuring the Rate of Return to R&D, Interindustry R&D Spillovers in Korean Manufacturing Industries, Hitotsubashi Journal of Economics, 44(1), 49-57.
* Link,A. N(2009). Methods for Evaluating the return on R&D Investments. University of Alaska Southeast, Kluwer Academic Publishers.
* Mead, C.(2007). R&D Depreciation Rates in the 2007 R&D Satellite Account, Bureau of Economic Analysis/National Science Foundation: 2007 R&D Satellite Account 26 Background Paper, November 2007.
* Mansfield, E.(1971). Research and innovation in modern corporation, W.W. Norton & Company, New York.
* Mohnen, P.(1990). New Technologies and inter- industry spillovers, STI Review, OECD, &, 131-147.
* Nelson, R., Howard. P.(1999). The Asian Miracle and Modern Growth Theory, Economic Journal, pp.416-436.
* Roger, M(2002). Firm Performance and Investment in R&D and Intellectual Property, Melbourne Institute, Working Paper.
* Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long- run Growth, Journal of Political Economy, 94, 1002-37.
* Schankerman, M.(1981). The Effect of Double Counting and Expensing on the Measured Returns To R&D, Review of Economics and Statistics, pp.454-458.

* Scherer, F. M.(1999). New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation, Brookings Institute Press, Washington Dc.
* Terleckyj, N. (1980). Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries, New Developments in Productivity Measurement and Analysis, Chicago: University of Chicago Press.
* Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (1997). Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers, Economic Systems Research, Vol.9, pp.331-356.
* Wolff, N. and Nadiri, M.I. (1993). Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development, Structural Change and Economic Dynamics, Vol.4, pp.315-331.

یادداشت‌ها

[1] Bureau for Economic Analysis
[2] Research & Development Satelite Acconts
[3] Cobb-Douglas
[4] Elasticity
[5] Lags
[6] Deflator
[7] Labor compensation
[8] R&D intensity
[9] exogenous
[10] Pooled Ordinary Least Squares (OLS)
[11] Generalized Least Squares (GLS)
[12] Two-tailed test
[13] Marginal contribution
[14] Bureau for Economic Analysis