

## چالش‌های سیاست‌گذاری برای تحقیقات بنیادی

طه شوکتیان<sup>۱\*</sup>، سید سپهر قاضی‌نوری<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲- استاد گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

### چکیده

در این مقاله، علوم بنیادی به معنای ماحصل تحقیقات بنیادی، مورد مطالعه قرار گرفته است. تحقیق بنیادی به معنای پژوهشی که با هدف ایجاد فهمی بنیادی نسبت به پدیده موضوع پژوهش صورت می‌گیرد، واجد ویژگی‌هایی است که سیاست‌گذاران را برای تصمیم‌گیری با چالش روبرو می‌کند. مهم‌ترین این ویژگی‌ها - که البته جملگی استثناء‌پذیر هستند - عبارتند از: ابهام مفهومی، عدم قطعیت و ریسک بالا، امتناع پیش‌بینی دقیق نتایج کاربردی و ارزیابی کمی منافع حاصله، وجود واسطه و تأخیر زمانی برای تحقق نتایج کاربردی، دشواری تملک یافته‌ها و اهمیت در نظام ملی نوآوری. در این مقاله، مضامین اصلی پیشینه نظری تحقیقات بنیادی شامل تعریف و ویژگی‌ها، مبانی نظری و برخی جنبه‌های سیاستی با تمرکز بر سیاست علمی بازخوانی و مبتنی بر آن نیز برخی جنبه‌های مهم برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است. یافته‌های کلیدی بازخوانی پیشینه نظری بدین شرح است: (۱) اهمیت تحقیقات بنیادی در توسعه و لزوم حمایت دولت از تحقیقات بنیادی امری مورد اتفاق می‌باشد اما حدود و ثغور آن مورد بحث است. حذف کامل تحقیقات بنیادی و استفاده از نتایج تحقیقات دیگران امری مردود است. (۲) انتقادات زیادی نسبت به فشار دولت‌ها به نهاد علم برای نشان دادن منافع حاصل از تحقیقات بنیادی مطرح است ولی در عین حال آزادی مطلق نهاد علم پذیرفته نیست. (۳) منافع حاصل از تحقیقات بنیادی متنوع و ارزیابی کامل آن غیرممکن است.

**کلیدواژه‌ها:** تحقیقات بنیادی، سیاست علم، منافع تحقیقات بنیادی، ارزیابی پژوهش، تأمین مالی پژوهش، اولویت‌گذاری

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Shokatian, T., & Ghazinoory, S. S. (2019). **Challenges of Policy Making in the Realm of Basic Research.** *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 347-361. {In Persian}.

### ۱- مقدمه

می‌تواند موضوع پژوهش‌های دیگری باشد. می‌توان گفت که وجه مشترک تعاریف گوناگونی که برای تحقیقات بنیادی ارائه شده، این است که به آن دسته از تحقیقات علمی، پژوهش بنیادی گفته می‌شود که منجر به ایجاد یا تقویت فهمی بنیادی در خصوص پدیده موضوع پژوهش می‌شود [۱]. بر این اساس، عدم قطعیت در ذات تحقیقات بنیادی نهفته بوده و منافع اقتصادی و اجتماعی حاصل از اینگونه تحقیقات می‌تواند همراه با تأخیر زمانی چندین دهه‌ساله و با واسطه تحقیقات تکمیلی مفصل، محقق شود. این ویژگی، علاوه بر شکل‌گیری تلقی نادرستی که

نگاه به علوم پایه می‌تواند از دو زاویه مختلف صورت گیرد: اول، علوم پایه به عنوان رشته‌های دانشگاهی تعریف شود مانند فیزیک و دوم، علوم پایه به عنوان محصول تحقیقات بنیادی. در این پژوهش از زاویه دوم نگاه شده و در نتیجه، تحقیقات بنیادی مساوی تحقیقات پایه<sup>۱</sup> و هم‌سایق علوم پایه<sup>۲</sup> استعمال شده است. گستره این مطالعه به علوم طبیعی محدود است. بنابراین تحقیقات بنیادی در علوم انسانی-اجتماعی

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: taha.shokatian@modares.ac.ir

1- Basic Research, Fundamental Research  
2- Basic Sciences

می‌شود. بدین ترتیب تحقیقات بنیادی به صورت پژوهشی فاقد هرگونه فایده کاربردی در ذهن ترسیم می‌شود اما این، تصور دقیقی نیست. بسیاری از تحقیقات، در عین ایجاد یک فهم بنیادی، می‌توانند بلافاصله کاربردهای بسیار مهم و گسترده‌ای داشته باشند<sup>۱</sup> [۷ و ۲]. پیچیدگی دیگر آن است که اساساً برخی نویسندگان تحقیقات بنیادی را مفهومی مبهم و مرز آن با تحقیقات کاربردی را نامشخص می‌دانند. به علاوه فهم بازیگران مختلف - جامعه علمی، جامعه سیاست‌گذار و عموم مردم - از تحقیقات بنیادی، می‌تواند متفاوت باشد [۸]. شاید بخش مهمی از آنچه سیاست‌گذاران را در خصوص تحقیقات بنیادی با چالش مواجه می‌کند ریشه در اینگونه ابهامات دارد.

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) سه نوع تحقیقات بنیادی را معرفی نموده است:

▲ تحقیقات بنیادی<sup>۲</sup> تلاشی نظری یا تجربی است که با هدف اولیه کسب دانش جدید از لایه‌های بنیادی پدیده‌ها و واقعیات قابل مشاهده انجام می‌شود.

▲ تحقیقات بنیادی جهت‌دار<sup>۳</sup> با این توقع انجام می‌شود که یک پایه گسترده دانشی را تولید کند. این پایه دانشی احتمالاً زمینه لازم برای حل مسائل یا احتمالات شناخته‌شده فعلی یا آینده را فراهم می‌نماید.

▲ تحقیقات بنیادی محض<sup>۴</sup> که برای پیشبرد دانش انجام می‌شود بدون اینکه در راستای منافع اقتصادی یا اجتماعی بلندمدت کاری کند و همچنین بدون هیچگونه تلاش مثبت برای کاربرد نتایج آن در مسائل عملی یا انتقال نتایج آن به بخش‌هایی که مسئولیت کاربرد آنها را دارند [۱].

بنیاد ملی علم آمریکا تحقیقات بنیادی را این چنین تعریف نموده است: مطالعه‌ای نظام‌مند که به سمت دانش و فهمی کامل‌تر از ابعاد بنیادی پدیده‌ها و واقعیات قابل مشاهده جهت‌دهی شده، بدون در ذهن داشتن کاربردهایی خاص در قالب فرآیندها یا محصولات.

استوکس<sup>۵</sup> مفهوم‌سازی تحقیقات علمی به صورت پیوستاری از تحقیقات بنیادی تا کاربردی را بسیار نارسا دانسته و نشان

پژوهش بنیادی و کاربرد را غیرقابل جمع با یکدیگر می‌داند باعث می‌شود ارزیابی کمی و دقیق منافع حاصل از تحقیقات بنیادی و نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری صورت‌گرفته در این نوع تحقیقات، تقریباً ناممکن بوده و در نتیجه بکارگیری شاخص‌های اقتصادی مرسوم در ارزیابی پروژه‌های تحقیقات بنیادی ممتنع گردد [۳ و ۲]. ویژگی دیگر تحقیقات بنیادی آن است که یافته‌های این نوع پژوهش به سختی قابل تملک بوده و قوانین مالکیت فکری، صرف‌نظر از تعارض با قواعد تخصیص بهینه منابع در اقتصاد [۴]، در این خصوص کارآیی مطلوب نداشته باشند. این ویژگی اخیر در کنار این واقعیت که انجام تحقیقات بنیادی در بسیاری موارد مستلزم تجهیزات پیشرفته و بسیار هزینه‌بر می‌باشند باعث می‌شود انگیزه بخش خصوصی برای انجام تحقیقات بنیادی ضعیف باشد. تملک‌ناپذیری دانش‌های بنیادی و تجربه کشور ژاپن هم این شبهه را ایجاد نموده که چرا کشورها به جای سرمایه‌گذاری‌های سنگین در تحقیقات بنیادی، از دانش تولیدشده در سایر کشورها استفاده نکنند [۵]؟!

مجموعه این ویژگی‌ها که البته در مورد همه آنها استثنائاتی نیز وجود دارد با توجه به تغییرات بین‌المللی در الگوی حکمرانی کشورها، تصمیم‌گیری در خصوص اصل و نحوه حمایت از تحقیقات بنیادی را به یکی از تصمیمات دشوار در سیاست علمی هر کشور تبدیل نموده است. الگوی حکمرانی در اکثر کشورها، متأثر از محدودیت منابع و لزوم تخصیص بهینه منابع به حوزه‌های رقیب، به سمت مطالبه پاسخگویی بیشتر از سوی نهاد علم و اثبات منافع تحقیقات بنیادی برای جامعه است. لذا ابعاد اقتصاد سیاسی مسئله و دیدگاه‌های سنتی‌ای نظیر استقلال و تقدس نهاد علم، مسئله را بغرنج‌تر می‌نماید [۶].

در این مقاله، مضامین اصلی مرتبط با تحقیقات بنیادی از منظر سیاست‌گذاری علم ارائه و از این رهگذر سعی شده ضمن احصاء برخی مسیرهای پژوهشی مورد نیاز گامی کوچک در راستای توضیح برخی پیچیدگی‌های سیاست علمی ناظر به تحقیقات بنیادی برداشته شود.

## ۲- تعریف تحقیقات بنیادی

عموماً تحقیقات بنیادی در مقابل تحقیقات کاربردی تصویر

۱- به صورت خاص حوزه زیست‌فناوری از این نظر برجسته است.

2- Basic Research

3- Oriented Basic Research

4- Pure Basic Research

5- Stokes

بهینه نخواهد بود. در این زمینه نظریات نلسون<sup>۵</sup> و آرو<sup>۶</sup> الهام‌بخش‌ترین نظریه‌ها بوده‌اند [۵].

نلسون چنین بحث می‌کند که اگر ارزش حاشیه‌ای یک کالا برای جامعه بیش از ارزش حاشیه‌ای آن برای یک فرد باشد آنگاه تخصیص منابع به آن کالا در سازوکار بازار، به لحاظ اجتماعی بهینه نخواهد بود. علت آن است که در این شرایط فرصت‌های سودآوری خصوصی، منعکس‌کننده تمام منافع اجتماعی نیستند. چهار عامل باعث می‌شود که ارزش‌گذاری پروژه تحقیقات بنیادی توسط بخش خصوصی کمتر از ارزش‌گذاری اجتماعی آن باشد: منافع اجتماعی، صرفه‌های اقتصادی بیرونی<sup>۷</sup>، فاصله زمانی شروع پروژه بنیادی تا نتیجه قابل بازاریابی و عدم قطعیت بالا. منافع اقتصادی تحقیقات بنیادی خود را در اختراعات نشان می‌دهد. حال اگر یک پیشرفت خارق‌العاده علمی حاصل شود زمینه گسترده‌ای برای اختراعات متنوع حاصل می‌شود. یک بنگاه نمی‌تواند به تنهایی از همه این زمینه‌ها استفاده کند. به این معنا که فرصت‌های سودآوری خصوصی، منعکس‌کننده تمام منافع اجتماعی نیستند. حتی ممکن است در مواردی تمام ظرفیت‌های یک یا چند کشور نتواند منافع بالقوه یک کشف علمی بنیادی را جذب نماید [۹].

آرو تشکیل بازار برای اطلاعات را با تحلیل هر دو سمت عرضه و تقاضا، دچار مشکلاتی می‌داند که باعث می‌شود حداکثر منفعت برای جامعه به ارمغان نیاید. عرضه‌کننده اطلاعات، پیش از عرضه از نوعی انحصار بهره‌مند است که پس از عرضه، این انحصار از بین خواهد رفت. از سوی دیگر ممکن است خود او نتواند از تمام مزایای آن اطلاعات استفاده کند. در سمت تقاضای اطلاعات نیز پارادوکس معروفی وجود دارد: متقاضی اطلاعات بدون دانستن آن نمی‌تواند ارزش‌گذاری نماید و پس از دانستن، انگیزه‌ای برای پرداخت در قبال آن نخواهد داشت! همچنین اختراع به عنوان فرآیند تولید اطلاعات، با عدم قطعیت همراه است. یعنی میزان خروجی حاصل از ورودی مشخص را نمی‌توان به صورت دقیق پیش‌بینی نمود. بنابراین سرمایه‌گذاری در اختراع، کمتر از حد بهینه انجام خواهد شد. قوانین مالکیت فکری نیز از

می‌دهد که انواع تحقیقات علمی را می‌توان بر اساس دو بُعد متقاطع «فهم» و «کاربرد» شناسایی نمود. برای توضیح این مدل وی از مثال تحقیقات لویی پاستور که منجر به توسعه دانش زیست‌شناسی شد بهره گرفته و نام این چارچوب مفهومی را چهارگانه پاستور<sup>۱</sup> نهاده است. تحقیقات پاستور از یک سو به «فهم» بنیادی انجامید و از سوی دیگر در صنعت مربوطه گره‌گشا بود و به «کاربرد» منتهی شد. بنابراین چارچوب مفهومی تحقیقات بنیادی باید بتواند این دو بُعد را جمع نماید. بر این اساس مدل شکل ۱ پیشنهاد می‌شود [۷].

تحقیقات علمی		ملاحظه کاربرد؟	
ملمه از:		بله	خیر
جستجوی خیر	دانش	۳	۴
	بنیادین؟	۲	۱
		تحقیقات کاربردی خالص <sup>۲</sup> (ادیسون)	تحقیقات خاص
		تحقیقات بنیادی ملمه از کاربرد <sup>۴</sup> (پاستور)	تحقیقات بنیادی خالص <sup>۳</sup> (بور)

شکل ۱) چهارگانه پاستور برای دسته‌بندی تحقیقات علمی

### ۳- مبانی نظری سیاست علم ناظر به تحقیقات بنیادی

سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری حوزه‌ای بین‌رشته‌ای محسوب می‌شود. بنابراین برای ایجاد فهمی عمیق و جامع نسبت به موضوعات حوزه، لازم است که از منظر علوم تخصصی مختلف به آنها نگریسته و سپس تصمیمات سیاستی اتخاذ شود.

#### ۳-۱ نظریات کلاسیک اقتصادی در مورد تحقیقات بنیادی

نخستین تحلیل‌های مبتنی بر نظریات کلاسیک اقتصادی، خروجی تحقیقات بنیادی را از جنس اطلاعات قابل خرید و فروش در بازار می‌داند. از آنجا که دانش حاصل از تحقیقات بنیادی از جنس کالای عمومی است سازوکار بازار برای تخصیص بهینه منابع به تحقیقات بنیادی شکست می‌خورد و لازم است دولت در این مورد مداخله نماید. اگر هر بنگاه بخواهد مستقلاً تحقیقات بنیادی انجام دهد حتی اگر بتواند منافع آن را به قدر کافی جذب کند در مجموع برای اقتصاد

5- Nelson  
6- Arrow  
7- External economies

1- Pasteur's Quadrant  
2- Pure Applied Research  
3- Pure Basic Research  
4- Use Inspired Basic Research

بتواند با دستیابی به نتایج تحقیقات بنیادی بیرونی از منافع آن بهره‌مند شود.<sup>۲</sup> این تلقی باعث اشتباهات بزرگی در تحلیل اقتصادی و تعیین دلالت‌های سیاستی در خصوص انتشار نتایج تحقیقات بنیادی و نیز میزان سرمایه‌گذاری در اینگونه تحقیقات خواهد بود [۲ و ۵ و ۱۳].

- فقدان دقت کافی در کالای عمومی پنداشتن تحقیقات بنیادی: کالای عمومی حائز دو ویژگی است: تملک‌ناپذیری (تخصیص‌ناپذیری)<sup>۳</sup> یعنی امکان حذف برخی افراد از دایره مصرف‌کنندگان آن کالا وجود ندارد و رقابت‌ناپذیری<sup>۴</sup> (تقسیم‌ناپذیری) یعنی استفاده یک نفر باعث لطمه به استفاده دیگران نخواهد شد.<sup>۵</sup> عموم اقتصاددانان، یافته‌های علمی را کالایی عمومی می‌پندارند. کالون<sup>۶</sup> این تلقی را از منظر جامعه‌شناسی و مردم‌شناسی علم بررسی و کاملاً رد نموده است [۱۴]! هر چند استدلال وی قابل‌خنده است اما می‌توان گفت اطلاق کالای عمومی به دانش حاصل از تحقیقات بنیادی باید با دقت بیشتری صورت گیرد.

- فقدان توجه به اقتضائات بومی و موضوعی: بسیاری تحلیل‌های اقتصادی بر اساس تجربه آمریکایی است و تجویزهای برگرفته از این تحلیل‌ها لزوماً برای سایر کشورها معتبر نخواهد بود. آمریکا کشوری است گسترده، با حضوری فعال در لبه علم و فناوری در اکثر رشته‌ها و در نتیجه، زیرساخت‌ها و گستردگی لازم برای استفاده از ظرفیت‌های کاربردی بالقوه تحقیقات بنیادی در حوزه‌های گوناگون را دارد. این وضعیت برای سایر کشورها برقرار نیست.

علاوه بر ویژگی‌های بومی، موضوعات تحقیقاتی گوناگون نیز اقتضائات خاص خود را دارند. به عنوان مثال فاصله پژوهش بنیادی تا کاربرد در حوزه زیست‌شناسی با سایر حوزه‌ها متفاوت است [۵]. عدم توجه به این اقتضائات می‌تواند سیاست‌گذار را به تصمیماتی نادرست رهنمون شود.

- تلقی نادرست از ارتباط علم، فناوری و نوآوری: تلقی رایج در دهه‌های قبل از ۱۹۷۰ میلادی، رابطه خطی یک‌طرفه‌ای از سمت تحقیقات بنیادی به کاربردهای فناورانه و نوآوری بوده

حل کامل این مسئله عاجزند چرا که ارزش اطلاعات به عنوان ورودی فرآیند تولید محصول خیلی واضح‌تر از ارزش آن برای فرآیند تولید دانش است<sup>۱</sup> و لذا تمایل به ارزش‌گذاری کمتر از واقع وجود خواهد داشت که این باعث می‌شود تقاضا از نقطه بهینه فاصله بگیرد [۴].

همه اقتصاددانان با مداخله دولت در تحقیقات بنیادی موافقت ولی گزاره‌های پیش‌گفته از ضعف‌های مهمی رنج می‌برد که در نوع مداخله دولت بسیار تعیین‌کننده خواهد بود. این ضعف‌ها عبارتند از اینکه:

- انحصار منافع حاصل از تحقیقات بنیادی به دانش: در بخش‌های بعدی مقاله به تفصیل به کانال‌های تحقق منافع تحقیقات بنیادی از جمله تربیت پژوهشگران دارای توانمندی حل مسئله پرداخته خواهد شد [۵ و ۲]. نارسایی دیگری که در تحلیل‌های کلاسیک اقتصادی ناظر به منافع حاصل از تحقیقات بنیادی به چشم می‌خورد استفاده از شاخص‌های رایج اقتصادی برای سنجش منافع اینگونه تحقیقات است. حال آنکه امکان‌پذیری ارزیابی کمی منافع حاصل از تحقیقات بنیادی حتی به صورت پسینی و در مقیاس کلان به شدت مورد سؤال است [۲]. مطالعات تجربی زیادی برای ارزیابی این منافع صورت گرفته‌اند [۲ و ۱۰-۱۲].

- خروجی تحقیقات بنیادی به مثابه اطلاعات: دانش حاصل از تحقیقات بنیادی را مشابه اطلاعات دانستن تلقی نادرستی است. اولاً این تلقی، دانش ضمنی را به طور کلی نادیده می‌گیرد. ثانیاً، حتی ماهیت دانش گذشته و صریح با اطلاعات متفاوت است. مطالعات زیادی نشان داده استفاده از دانش تولیدشده در تحقیقات بنیادی دیگران - که احتمالاً به صورت گذشته در اختیار قرار می‌گیرد - مستلزم وجود پایه دانشی حداقلی در افراد بکارگیرنده آن دانش جدید و زیرساخت‌های مختلف دیگر است. اینگونه نیست که هر بازیگر اقتصادی

۱- فرض کنید پس از یک سری تحقیقات، فلزی با ویژگی تحمل دمای بالا به دست آمده باشد. می‌توان این دانش را برای تولید محصول یا تولید دانش جدید به کار گرفت. اگر در تحقیقات جدیدی برای بررسی وضعیت فلزات با ترکیب شیمیایی مشابه، از دانش به دست آمده در مورد این فلز استفاده شود تعیین سهم دانش مربوط به فلز یادشده در چنین تحقیقاتی بسیار دشوار است. لذا قوانین پیچیده و تودرتویی برای تحقق کامل حق مالکیت مورد نیاز است. که علاوه بر تشخیص میزان استفاده از آن دانش، بتواند ارزش آن را نیز سنجیده و از استفاده‌کننده وجهی بطلبد [۴].

۲- مفهوم ظرفیت جذب در مدیریت فناوری اشاره به همین معنا دارد.

3- Non-excludability

4- Non-rivalrousness

۵- مانند یک قطعه موسیقی که در صورت پخش شدن، همه حاضرین می‌توانند بدون کاهش بهره‌مندی دیگران، از آن لذت ببرند.

6- Callon

ناشی از تحقیقات بنیادی صورت گرفته است [۲۱-۱۸-۲]. یکی از ساده‌ترین رویکردها را کی<sup>۳</sup> و اسمیث<sup>۴</sup> ارائه کرده‌اند. آنها با محاسبه منافع حاصل از سرمایه‌گذاری در تحقیقات بنیادی در مورد انرژی الکتریکی و با مفروضاتی بسیار محافظه‌کارانه، نتیجه گرفته‌اند که منافع مربوطه به قدری زیاد است که از کل هزینه‌کرد انگلستان در تحقیقات بنیادی از زمان نیوتن تا زمان مطالعه‌شان (۱۹۸۵ میلادی) بیشتر خواهد بود [۲۲].<sup>۵</sup>

معمولاً دو نوع منافع اجتماعی و اقتصادی برای تحقیقات بنیادی برشمرده می‌شود. منافع اجتماعی در مجموع، کمتر مورد توجه پژوهشی قرار گرفته و می‌تواند موضوع جذابی برای حوزه جامعه‌شناسی علم باشد. به طور کلی برخی صاحب‌نظران معتقدند که وجود افراد دانشمند و پژوهشگر در جامعه، علاوه بر اینکه خود ارزش و اعتباری برای جامعه ایجاد می‌کند<sup>۶</sup> باعث ترویج نگاه علمی در آحاد جامعه شده و مشکلات اجتماعی تا حد زیادی رفع خواهد شد. به عبارت دیگر برخی نویسندگان کارکرد فرهنگی-تربیتی قدرتمندی برای علم و پژوهش فائلد [۹ و ۲۰ و ۲۲ و ۲۳]. همچنین لذت معنوی حاصل از یک دریافت عمیق علمی، هم برای دانشمندان و هم برای عموم جامعه از دیگر منافع تحقیقات بنیادی دانسته شده است [۶ و ۲۴].

مارتین و تانگ<sup>۷</sup> جامع‌ترین بازخوانی را در این باب انجام داده و پس از دسته‌بندی روش‌مند مطالعات صورت‌گرفته و همچنین بیان یافته‌های کلیدی برای هر کدام از دسته‌های فوق، هفت کانال را برای تحقق منافع حاصل از تحقیقات

است. مسئله همانطور که در نسل‌های مختلف مدل‌های نوآوری دیده می‌شود پیچیدگی‌های بسیار بیشتری دارد.

- فقدان توجه به نقش بخش خصوصی: روزنبرگ<sup>۱</sup> موضع بنگاه خصوصی را در قبال تحقیقات بنیادی، موضع یک سرمایه‌گذار می‌بیند که برای تصمیم مثبت در این خصوص باید بازگشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات نسبت به گزینه‌های بدیل را بیشتر بیابد. سپس ضمن تصدیق عدم جذابیت کلی تحقیقات بنیادی برای بخش خصوصی، دلایلی برای انجام تحقیقات بنیادی توسط بنگاه‌های خصوصی ذکر می‌کند:

• ممکن است جذب بخشی از منافع حاصل از تحقیقات بنیادی برای بنگاه کافی باشد.

• تحقیقات بنیادی امتیاز بازیگر اول بودن را ایجاد می‌کند.

• بنگاه‌های بزرگ دارای سبد محصولات متنوع و دارای موقعیت بازار تثبیت‌شده، به سراغ تحقیقات بنیادی می‌روند زیرا هم ظرفیت جذب منافع تحقیقات بنیادی را دارند و هم از حضور بلندمدت در بازار اطمینان دارند.

داشتن قابلیت تحقیقات بنیادی برای بنگاه‌های فعال در صنایع با فناوری بالا ضروری است.

### ۳-۲ نقش تحقیقات بنیادی در رشد و توسعه اقتصادی

نقش بی‌بدیل تحقیقات بنیادی در رشد و توسعه اقتصادی را هیچ صاحب‌نظری انکار نکرده است اما نحوه این نقش‌آفرینی در طول زمان و در مکاتب اقتصادی مختلف به شیوه‌هایی گوناگون تبیین شده است. در این زمینه لازم است از غلتیدن در دام مدل خطی نوآوری و خصوصاً فشار علم پرهیز شود.<sup>۲</sup> به نظر می‌رسد تحلیل این موضوع در چارچوب "نظام ملی نوآوری" قابل اتکاءترین دلالت‌ها را به همراه بیاورد. این چارچوب ضمن صحنه‌گذاری بر پدیده شکست بازار آن را حالتی خاص از پدیده گسترده‌تری به نام شکست سیستم می‌داند [۲ و ۱۶ و ۱۷] که بررسی جزئیات این دو مفهوم از حوصله این نوشتار خارج است. نکته قابل توجه آن است که در انواع مدل‌های نوآوری بر نقش دانش و پژوهش به عنوان یکی از حلقه‌های اصلی زنجیره نوآوری تأکید شده است.

مطالعات بسیاری برای ارزیابی منافع اقتصادی و اجتماعی

3- Kay

۴- C.H. Llewellyn Smith. مدیر مرکز تحقیقاتی CERN

۵- آنها می‌گویند اگر الکتریسیته کشف نشده بود درآمد ملی در انگلستان قطعاً خیلی کمتر از درآمد فعلی بود. اگر نرخ بهره را مساوی نرخ رشد اقتصادی در نظر بگیریم و اگر به صورتی محافظه‌کارانه فرض کنیم که تحقیقات بنیادی منجر به کشف قوانین حاکم بر الکتریسیته، توانسته باشد تنها یک سال بهره‌برداری عملی از آن را زودتر محقق کند منافع اقتصادی حاصله آن معادل ۵٪ درآمد ملی یعنی به قیمت زمان انجام مطالعه حدود ۲۰ میلیارد پوند خواهد بود. هر چند مفروضات بسیار محافظه‌کارانه است اما همین عدد ۲۰ میلیارد پوند، بیش از هزینه کل تحقیقات بنیادی علمی در انگلستان از زمان نیوتن تا زمان انجام مطالعه است!

۶- کی و اسمیث نقل می‌کنند در یکی از جلسات استماع کنگره، یکی از مسئولین از مسئول یک آزمایشگاه علمی معروف پرسید که نتیجه کار شما چقدر توان دفاعی آمریکا را ارتقاء خواهد داد؟ و وی پاسخ داد: "هیچ! اما کار ما آمریکا را شایسته دفاع می‌کند".

7- Martin and Tange

1- Rosenberg

۲- احتمال غلبه مدل فشار علم، با توجه به سادگی و نیز جایگاه ویژه‌ای که در آن به تحقیقات بنیادی داده می‌شود مضاعف خواهد بود.

بنیادی معرفی کرده‌اند که عبارتند از [۲]:

▪ ایجاد بنگاه‌های جدید: پژوهشگران و دانشجویان با تشکیل شرکت‌های نوپا و انتقال همه دانش و مهارت خود از فضای دانشگاهی به فضای تجاری، در جهت تبدیل ایده‌های نو به فناوری اقدام می‌کنند. شواهد تجربی از ایجاد بنگاه‌های جدید در نزدیکی دانشگاه‌های دارای تحقیقات پیشرو وجود دارد.<sup>۲</sup> در این زمینه به خصوص در حوزه زیست‌فناوری شواهد گسترده‌ای موجود است. لازم است توجه شود که شمارش تعداد شرکت‌های زایشی و نوپای نشأت‌گرفته از دانشگاه‌ها در این زمینه کافی نیست چرا که بسیاری از آنها به دلیل فقدان دانش مربوط به اداره کسب‌وکار عمر کوتاهی دارند.

▪ تأمین دانش اجتماعی: همه کانال‌های فوق بر ورودی‌های علمی و فنی نوآوری تمرکز داشتند. اما نوآوران برای موفقیت با چالش‌هایی غیرفنی نیز سر و کار دارند. تأمین دانش اجتماعی از نظر مارتین و تانگ اشاره‌ای است به هر آنچه غیر از ورودی‌های فنی و علمی برای موفقیت نوآوری لازم است. بنابراین، تأمین دانش اجتماعی از کانال‌های تحقق منافع تحقیقات بنیادی در علوم طبیعی نیست بلکه به علوم اجتماعی و انسانی مربوط می‌شود. به عنوان مثال، جنبه‌های حقوقی و قانونی، نقش سیاست‌های دولتی در موفقیت نوآوری‌ها، فشارها و جریان‌ات رسانه‌ای و جهت‌دهی افکار عمومی، دانش مدیریت و رهبری سازمانی، جنبه‌های زیست‌محیطی، نقش هنر، معماری و سایر علوم انسانی در موفقیت نوآوری و ... همگی ابعاد غیرفنی نوآوری هستند. یکی از جنبه‌های مهم دانش اجتماعی برای پیشبرد نوآوری عبارت است از ایجاد توجیه لازم برای حمایت جامعه از تحقیقات بنیادی یعنی مطالعاتی نظیر همین مقاله. بسیاری از منافع حاصل از تحقیقات دانشگاهی و سایر تحقیقاتی که با بودجه عمومی انجام می‌گیرند در علوم اجتماعی منعکس می‌شوند. یکی از منافع مهم ناشی از علوم اجتماعی، نقش این علوم در تعیین سیاست‌های دولتی است.

### ۳-۳ سایر مبانی نظری مرتبط با تحقیقات بنیادی

برای ایجاد تصویری جامع نسبت به تحقیقات بنیادی ضروری است از منظرهای تخصصی دیگر از جمله نظریه‌های مدیریت

▪ افزایش ذخیره دانشی اعم از دانش صریح و ضمنی  
▪ ذخیره پژوهشگران و دانش‌آموختگان ماهر: مطالعات زیادی مدعی‌اند که این امر، مهم‌ترین سازوکار بهره‌مندی بنگاه‌ها از منافع تحقیقات بنیادی است. دانش‌آموختگان جدید با ورود به صنعت، این موارد را همراه خود می‌آورند: دانش آخرین تحقیقات علمی؛ مهارت‌های مورد نیاز برای انجام تحقیقات و توسعه ایده‌های جدید؛ توانایی استفاده از دانش در مسیرهای نوین؛ مهارت بکارگیری ابزارها و روش‌های جدید و نهایتاً توانایی حل مسائل پیچیده.

▪ ایجاد روش‌ها و ابزارهای جدید علمی: محققین در مواجهه با مسائل خاص، پیوسته تجهیزات و روش‌های آزمایشگاهی و تحلیلی جدید تولید می‌کنند. این، مسیری دوسویه بین تحقیقات بنیادی و استفاده‌کنندگان آن است. برای ارزیابی منافع حاصل از این مسیر تلاش‌های کمی صورت گرفته اما مثال‌های زیادی از این دست قابل طرح است.<sup>۱</sup>

▪ توسعه شبکه‌ها و تعاملات اجتماعی: یکی از خطوط تحقیقاتی پررونق در سیاست علم، موضوع همکاری‌های علمی است. نظام علمی باز باعث می‌شود تمام محققین در واقع عضو شبکه‌ای بین‌المللی از دانشمندان با اشتراکات زیاد شوند. دانشمندان می‌توانند از طریق این شبکه در هر موضوع تخصصی به دانشمندان مربوطه دسترسی پیدا کنند. محققین بخش صنعت وقتی با محققین بخش عمومی ارتباط برقرار می‌کنند در واقع خود را به این شبکه متصل کرده و از آن منتفع می‌شوند.

▪ افزایش ظرفیت حل مسئله: بنگاه‌هایی که در صنایع فناورانه فعالیت می‌کنند با مسائل پیچیده فناورانه مواجه می‌شوند. راه‌حل این مسائل مستلزم ترکیب گسترده‌ای از فناوری‌ها به گونه‌ای پیچیده است. تحقیقات دانشگاهی ذخیره بزرگی از منابع حل مسائل مذکور را تشکیل می‌دهد. این منابع می‌توانند هر یک از کانال‌های گفته‌شده قبلی و یا ترکیبی از آنها باشند.

۱- مثال‌های ذیل از گزارش دفتر ارزیابی فناوری کنگره آمریکا (OTA, 1995) نقل شده: پراش الکترون (Electron Diffraction)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (The Scanning Electron Microscope)، کاشت یون (Ion Implantation)، منابع تابش سینکروترونی (Synchrotron Radiation Sources)، لیتوگرافی تغییر فاز داده‌شده (Phase-Shifted Lithography)، آهن‌رباهای ابررسانا (Superconducting Magnets).

۲- معروف‌ترین آنها جاده ۱۲۸ (Route 128) در مجاورت دانشگاه MIT (بوستون) و دره سیلیکون (Silicon Valley) در مجاورت دانشگاه استنفورد (کالیفرنیا) است.

♦ نقد تلقی علم به مثابه کالایی عمومی از منظر جامعه‌شناسی و مردم‌شناسی علم (که در بخش ۲-۲ به آن اشاره شد)

♦ نارسایی سازوکار بازار از منظر جامعه‌شناسی و مردم‌شناسی علم: کالون پس از رد تلقی کالای عمومی بودن دانش، سازوکار بازار را به دلایل دیگری ناکارآمد می‌داند. وی معتقد است که در صورت خصوصی‌سازی علم، سازوکارهای اقتصادی و اجتماعی خاصی فعال شده و باعث می‌شوند علم بر اساس مسیری که از ابتدا به صورتی تقریباً تصادفی برایش انتخاب می‌شود پیش رود. در نتیجه، سایر مسیرهای علمی و ظرفیت‌های مختلف دیگر علم، از دست خواهند رفت که از این به شکست بازار تعبیر می‌کند [۱۴].

♦ علم به مثابه منبع انعطاف و تنوع: کالون پس از نقد علم خصوصی، چارچوبی بدیع برای علم پیشنهاد می‌کند که مبتنی بر نگاه شبکه‌ای به علم است. وی به طور خلاصه می‌گوید که اکتشافات خارق‌العاده علمی می‌تواند از طریق بازآرایی شبکه‌های علمی به عنوان منبعی برای ایجاد تنوع و از بین بردن قفل‌شدگی‌ها و وضعیت‌های بازگشت‌ناپذیر ناشی از علم خصوصی عمل نماید [۱۴]. این ایده می‌تواند برای سیاست علم الهام‌بخش باشد.

♦ تفکیک مقام نظر و عمل و علوم محض و کاربردی: این مقوله از لحاظ تاریخی سابقه‌ای بیش از دو هزار سال داشته و موضوعی شایسته پژوهش است [۷].

♦ علم ستوده و نکوهیده از منظر دین: علم در متون دینی به معانی گوناگونی استعمال شده و در برخی متون مورد ستایش قرار گرفته و گاهی هم نکوهیده شده است. لذا ارزش ذاتی علم و تقدس نهاد علم از منظر دینی موضوعی قابل پژوهش است. به علاوه به عنوان یک سؤال پژوهشی مستقل، می‌توان بررسی نمود که آیا از منظر دینی علم دارای کاربرد در زندگانی بشر نسبت به علم فاقد کاربرد برتری دارد؟<sup>۷</sup>

#### ۴- جنبه‌های سیاسی تحقیقات بنیادی

ماهیت تحقیقات بنیادی به معنایی که در این مطالعه مدنظر است آن را در وهله اول موضوع "سیاست علم" قرار می‌دهد.

دولتی، علوم سیاسی و اقتصاد سیاسی، جامعه‌شناسی و مردم‌شناسی علم، تاریخ علم و فلسفه علم و دین نیز به تحقیقات بنیادی نگریسته شود. در این مقاله تمرکز اصلی بر مبانی اقتصادی بوده و لذا در این بخش صرفاً عناوین برخی مفاهیم کلیدی مرتبط با تحقیقات بنیادی به همراه توضیحی بسیار مختصر به عنوان مسیرهای پژوهشی پیشنهاد می‌شود:

♦ اقتصاد سیاسی تحقیقات بنیادی: گذشته از ابعاد فنی، همواره ساختار قدرت، تعارض منافع و ملاحظات صنفی ذینفعان از مقولاتی است که در تحلیل، طراحی و اجرای سیاست‌ها نقش مهمی بازی می‌کند.

♦ استقلال و تقدس نهاد علم: به دلایل تاریخی، فرهنگی و عقیدتی، دانشمندان برای پژوهش علمی نوعی ارزش ذاتی و برای نهاد علم استقلال، برتری و تقدس قائلند. بدین ترتیب دولت‌ها موظف‌اند از پژوهش بنیادی، بدون انتظار پاسخگویی حمایت نمایند. این مسئله در اظهارات دانشمندان علوم بنیادی بسیار پرتکرار است. جامعه‌شناسان انرژی زیادی برای کنکاش در این خصوص صرف کرده‌اند [۱۷]. برخی نظریات جامعه‌شناختی علم از قبیل اخلاقیات علم مرتون<sup>۱</sup> نیز آن را تقویت می‌کنند [۲۵].

♦ اخلاقیات علم مرتون: این نظریه می‌گوید که دانش و دانشمندان از قواعد مشخصی پیروی می‌کنند. چهار قاعده اصلی که به عنوان هنجارهای علم از آنها یاد می‌شود به تعبیر مرتون عبارتند از: عام‌گرایی<sup>۲</sup> (استقلال از مرزهای قومی، نژادی و اعتقادی و معیارهای غیرشخصی)، سرشت عمومی و اجتماعی دانش<sup>۳</sup> (محصول همکاری بین‌المللی و در نتیجه متعلق به همه بودن)، بی‌غرضی<sup>۴</sup> یا بی‌طرفی و نیز شک سازمان‌یافته<sup>۵</sup>. این نظریه منتقدین جدی هم دارد [۲۵].

♦ مود ۱ و ۲ تولید دانش: گیبونز<sup>۶</sup> می‌گوید که مدل تولید دانش از حالت آکادمیک، سلسله‌مراتبی و همگن به حالت جدیدی که در آن پویایی و ارتباط با کاربرد نقش اصلی را دارد، تغییر کرده و این باید خود را در سیاست علم هم نشان دهد. این نظریه، هرچند مورد انتقاد است اما اثرات مهمی داشته است [۱۵].

۷- برای مطالعه بیشتر در خصوص قدر و منزلت و نیز اقسام علم از دیدگاه دین اسلام رجوع کنید به کتاب منیة المرید فی ادب المفید و المستفید، مقدمه المؤلف؛ و کتاب المحجۀ البيضاء، کتاب العلم، باب الاول.

1- Merton  
2- Universalism  
3- Communitism/ Communalism  
4- Disinterestedness  
5- Organized skepticism  
6- Gibbons

فایده اجتماعی و اقتصادی خود را نشان دهند. "قرارداد اجتماعی"<sup>۳</sup> نوین علوم بنیادی "مفهومی است که برای اشاره به همین فشارهای مستمر بر نهاد علم ایجاد شده است. این روند موجب بروز انتقاداتی، هم از سوی جامعه علمی و هم از سوی پژوهشگران حوزه سیاست‌گذاری شده است [۱۷ و ۱۵].

پویت<sup>۴</sup> مقوله مطالبه پاسخگویی از نهاد علم را حاصل سوءبرداشت‌هایی از سوی تصمیم‌گیران دولتی می‌داند. تصمیم‌گیران دولتی که مسئول تخصیص بودجه هستند باید در قبال اثربخشی بودجه‌ها پاسخگو باشند. ایشان ممکن است نتوانند یا نخواهند که پیچیدگی‌های شناسایی منافع ناشی از تحقیقات بنیادی را درک نمایند. پویت یکی از سوءبرداشت‌ها را مود ۲ تولید دانش می‌داند. انتقادات زیادی مدعی مود ۲ را فاقد پشتوانه تجربی کافی و واجد ضعف‌های نظری و منطقی می‌داند. سوءبرداشت دیگر در خصوص علل موفقیت فرآیند استفاده تجاری از نتایج تحقیقات بنیادی در آمریکا است. تصور شده که دانشگاه‌های آمریکایی تحقیقات کاربردی بیشتر، با سرمایه‌گذاری خصوصی بیشتری انجام می‌دهند و در نتیجه کارآفرین‌تر و ریسک‌پذیرتر بوده و از ابزارهای مالکیت فکری به خوبی برای درآمدزایی استفاده می‌کنند. این در حالی است که شواهد تجربی مهمی وجود دارد که بنگاه‌های آمریکایی از تحقیقات دانشگاهی که در دانشگاه‌های بسیار معتبر با بودجه عمومی انجام و در نشریات معتبر منتشر و مکرراً توسط دانشگاهیان مورد استناد قرار گرفته استفاده می‌کنند [۵]. بنابراین لازم است به این موضوع توجه شود که تجربیات موفق باید الزاماً در بستر شرایط بومی مربوطه تحلیل شود و کپی‌برداری یا ارائه تفاسیر سطحی از آنها باعث اشتباهات بزرگ خواهد شد [۱۷ و ۱۵].

یک سؤال بنیادی و مناقشه‌برانگیز در سیاست علم این است که علم تا چه حد باید از استقلال برخوردار باشد و تا چه حد در خدمت دولت قرار گیرد؟<sup>۵</sup> بسیاری از صاحب‌نظران معتقدند که اینجا نوعی موازنه مطرح است: ایده تحقیقات بنیادی به مثابه علم آزاد بدین معنا که هیچ جهت‌دهی و کاربردی در کار نباشد نوعی فریب و توهم است اما کنترل کامل علم تحت منافع اقتصادی و سیاسی نیز قطعاً در

لاندوال<sup>۱</sup> تلقی منسوخ بودن "سیاست علم" و "سیاست فناوری" را در اثر گذار به دوران "سیاست نوآوری" نادرست می‌داند. وی هر یک از این سه حیطه را دارای موضوعیت دانسته و بین آنها رابطه عموم و خصوص مطلق برقرار می‌داند [۱۷]. برای نیل به چارچوب سیاست‌گذاری جامع در خصوص تحقیقات بنیادی، لازم است از منظر هر سه حیطه یادشده بحث شود که از گستره این مقاله خارج است و لذا در ادامه، جنبه‌های سیاستی تحقیقات بنیادی صرفاً از منظر سیاست علم بررسی خواهد شد.

#### ۴-۱ سیاست علم ناظر به تحقیقات بنیادی

نقطه کانونی سیاست علم تولید دانش است. دو موضوع اصلی در سیاست علم مطرح است: (۱) تخصیص منابع کافی به علم و توزیع خردمندانه این منابع و (۲) حصول اطمینان از استفاده کارآ از این منابع و تحقق منافع اجتماعی و اقتصادی حاصل از علم. معمولاً دولت‌ها مجموعه‌ای متنوع از اهداف از جمله ملی و ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی گرفته تا اهداف اقتصادی و امنیتی را از رهگذر سیاست علم دنبال می‌کنند [۱۷]. پیش از تخصیص و توزیع منابع به علم، لازم است اولویت‌های کشور مشخص شده باشد. بر این اساس پس از مروری سریع بر نکات کلیدی در باب سیاست علم، در عناوین بعدی به اولویت‌گذاری تحقیقات بنیادی، تأمین مالی تحقیقات بنیادی (تخصیص و توزیع منابع)، ارزیابی تحقیقات بنیادی و ارزیابی سیاست علم (حصول اطمینان از اثربخشی منابع تخصیص‌یافته) پرداخته خواهد شد.

با مرور وقایع عرصه سیاست علم در صد سال اخیر به خصوص در آمریکا، انگلستان و سایر کشورهای پیشرو، روندی کلی قابل شناسایی است. تا ابتدای دهه ۱۹۷۰ حاکمیت ابرانگاره<sup>۲</sup> استقلال نهاد علم و افزایش بودجه‌های تحقیقات بنیادی، بدون انتظار پاسخگویی از سوی دانشمندان مشاهده می‌شود. عوامل متعددی از جمله فشار بودجه و افزایش هزینه‌های تحقیقات بنیادی و تا حدی ابرانگاره نوین مدیریت دولتی، دولت‌ها را به سمت مطالبه پاسخگویی بیشتر از سوی نهاد علم برده است. به خصوص از اوایل دهه ۱۹۹۰ علوم بنیادی مستمراً تحت فشار سیاست‌مداران بوده‌اند تا

3- Social contract

4- Pavitt

۵- رجوع کنید به اندیشه استقلال و تقدس نهاد علم در بخش ۲-۳ همین مقاله

1- Lundvall

2- Paradigm



نقش‌آفرینی بلندمدت آن به جامعه و اقتصاد تأثیری منفی خواهد داشت [۱۷].

تقسیم کار صورت‌گرفته در آمریکا بین نهادهای متولی تأمین مالی پژوهش، مناسب به نظر می‌رسد: هر یک از دستگاه‌های دولتی این امکان را دارند که از آن دسته تحقیقات بنیادی که به نحوی در تحقق مأموریت‌شان سهمی خواهد داشت حمایت نمایند. در واقع تحقیقات بنیادی ملهم از کاربرد در این قسمت حمایت می‌شود. در همین حال، بنیاد ملی علم آمریکا موظف است از آن دسته تحقیقات بنیادی که هیچ دستگاه یا بخش دولتی از آن حمایت نمی‌کند پشتیبانی نماید. لازم به ذکر است که با توجه به تأثیرگذاری سنت سیاست علمی در آمریکا برخی صاحب‌نظران بر لزوم در نظر گرفتن ویژگی‌های بومی هر کشور و بازخوانی نقادانه تجربه آمریکا تأکید ورزیده‌اند [۵].

#### ۴-۲ اولویت‌گذاری تحقیقات بنیادی

اولویت‌گذاری تحقیقات بنیادی در دو حالت کلان و خرد قابل بررسی است: اولویت‌گذاری در سطح خرد عبارتست از انتخاب از میان طرح‌های پژوهشی پیشنهادی با رعایت محدودیت‌هایی نظیر منابع، زمان و ریسک.

اولویت‌گذاری تحقیقات بنیادی در سطح خرد نوع خاصی از مسئله کلاسیک "انتخاب سبد پروژه تحقیق و توسعه" محسوب می‌شود که بدنه نظری مفصلی در حوزه مدیریت فناوری سطح بنگاه و بدنه نظری ضعیف‌تری در زمینه سازمان‌های عمومی و غیرانتفاعی به آن پرداخته است [۲۶]. بنابراین استفاده از واژه اولویت‌گذاری برای سطح خرد چندان مرسوم نیست.

اولویت‌گذاری در سطوح بالاتر از انتخاب سبد پروژه می‌تواند به اولویت علم (و فناوری) در میان سایر حوزه‌های حکمرانی، اولویت تحقیقات بنیادی در میان سایر حوزه‌های علم یا اولویت حوزه‌های موضوعی مختلف در تحقیقات بنیادی اشاره داشته باشد. بدیهی است تصمیم‌گیری در این سطوح وابسته به اهداف کلان و اقتضات ملی از قبیل مزیت‌ها و نیازها و در نتیجه امری خارج از حیطه علم است. به علاوه، ویژگی‌های خاص تحقیقات بنیادی تصمیم‌گیری در این خصوص را پیچیده می‌نماید. کشورها، رویکردها و روش‌های

گونگونگی برای تعیین اولویت‌های خود پیش گرفته‌اند [۱۶]. لازم به ذکر است در بدنه نظری سیاست‌گذاری علم و فناوری روشی مختص اولویت‌گذاری کلان تحقیقات بنیادی وجود ندارد. برخی صاحب‌نظران به خصوص اعضاء جامعه علمی، معتقدند که تحقیقات بنیادی باید آزادانه و بر اساس معیارهای درونی علم مسیر خود را بیابند و تحمیل اولویت‌گذاری از بیرون امری مضر خواهد بود [۶].

#### ۴-۳ تأمین مالی تحقیقات بنیادی

با توجه به مبانی اقتصادی پیش‌گفته، اهمیت تأمین مالی تحقیقات بنیادی پوشیده نیست. آمارهای جهانی، نشان‌دهنده سهم ناچیز بخش خصوصی در تأمین مالی تحقیقات بنیادی، به خصوص در کشورهای در حال توسعه است. تدوین مشوق‌های مالی و غیرمالی برای مشارکت بیشتر بخش خصوصی در تحقیقات بنیادی می‌تواند موضوع تحقیقی مستقلی باشد.

وینبرگ<sup>۲</sup> در باب تأمین مالی علم توسط دولت ایده‌های جالبی مطرح نموده است. به طور خلاصه دیدگاه وینبرگ چنین است: طرح عنوان بودجه علم به عنوان یک کل، نادرست است. ابتدا باید بین علم بنیادی و کاربردی و سپس بین علم بنیادی محض و غیرمحض، تمیز قائل شد. در خصوص تحقیقات کاربردی با توجه به اینکه در خدمت هدفی خارج از علم قرار گرفته، باید با سایر ابزارهای قابل استفاده برای تحقق آن هدف مقایسه شوند. بودجه این دسته از تحقیقات نیز باید در قالب بودجه تعیین‌شده برای تحقق آن مأموریت اجرایی و به اندازه سهمی که در انجام آن مأموریت دارد تعیین شود. در خصوص تحقیقات بنیادی، بخشی از آن در عین ماهیت بنیادی، سهم غیرقابل انکاری در تحقق برخی غایات کاربردی دارد. بدین ترتیب بودجه این بخش از تحقیقات بنیادی نیز باید به صورت درصدی از بودجه آن غایات کاربردی تعیین شود. مثلاً بخش اعظم تحقیقات بنیادی در زمینه زیست‌شناسی می‌تواند به عنوان درصدی از بودجه تحقیقات کاربردی در کشاورزی و پژوهش‌های دارویی و پزشکی دیده شود. وی همین ایده را به تحقیقات بنیادی

۲- Weinberg: فیزیکدان و از صاحب‌نظران سیاست علم در آمریکا که در جریان مباحثات پیرامون سیاست علم ناظر به تحقیقات علمی بنیادی، سلسله مقالات تأثیرگذاری درباره این موضوع در نشریه Minerva به چاپ رسانیده است.

و تخصیص منابع مالی بر اساس ارزیابی‌ها، نوعی مرکزیت مقدس رشته‌ای ایجاد می‌کند که به عکس پیرامون خود، به خوبی تأمین مالی شده و افراد آن در پانل‌های مربوطه در خصوص استانداردهای کیفیت در رشته‌های علمی تصمیم‌گیری می‌کنند. همچنین تعداد زیادی مقاله در نشریات با ضریب تأثیر بالا منتشر می‌نمایند. این گزینشی بودن، بیش از اینکه عملکرد تحقیقات را بسنجد سازمان را به سمت توزیع منابع مبتنی بر مفهومی استاندارد شده از تعالی می‌برد [۳۰]. برخی معتقدند این نظام تأمین مالی، باعث افزایش کمیت مقالات به بهای افت کیفیت می‌شود [۳۱]. همچنین برخی صاحب‌نظران از بازگشت‌های کاهنده این نظام در طول زمان سخن گفته و اصل آن را زیر سؤال برده‌اند [۳۲]. در مجموع می‌توان گفت سخت‌گیری بیش از حد در ارزیابی عملکرد پژوهشی، اثربخشی بلندمدت نظام علمی را مختل خواهد نمود [۱۷].

ارزیابی پژوهش می‌تواند به دو معنای ارزیابی عملکرد پژوهشی اشخاص یا ارزیابی روند پیشرفت یک موضوع پژوهشی مطرح باشد.<sup>۴</sup> ارزیابی عملکرد پژوهشی اشخاص ممکن است در سطح فرد، گروه یا مؤسسه پژوهشی و نیز نشریات علمی و ارزیابی روند پیشرفت یک موضوع می‌تواند در سطح یک پروژه یا کلان‌پروژه پژوهشی، سبد پروژه یا یک حوزه تحقیقاتی مطرح شود. تفکیک‌های دقیق‌تری برای این موضوع نیز ممکن است.

از منظر معیارهای درونی علم، روش سنتی و رایج ارزیابی پژوهش "مرور همتایان"<sup>۵</sup> و رقیب آن روش‌های کمی مبتنی بر شاخص‌های کتاب‌سنجی<sup>۶</sup> است. در سطوح بالاتر، روش‌های علم‌سنجی<sup>۷</sup> مبتنی بر شاخص‌های کتاب‌سنجی به کار می‌رود. اینکه کدام دسته از معیارها برای ارزیابی پژوهش مناسب‌ترند و اینکه آیا معیارهای کمی می‌توانند جایگزین روش‌های سنتی کیفی نظیر مرور همتایان شوند یا خیر، سؤال

محض نیز تسری داده و پیشنهاد می‌دهد بودجه ناب‌ترین صورت علم به عنوان بالاسری علمی در کل نظام فناوری کشور دیده شود. درصد این بالاسری یک تصمیم سیاسی خواهد بود. این پیشنهاد بر این فرضیه استوار است که ناب‌ترین صورت علم نیز در نهایت به فناوری کمک خواهد نمود: گاهی به صورت مستقیم، نظیر کاربرد یک یافته کیهان‌شناسی در فیزیک ساختار اتم و گاهی غیرمستقیم، نظیر الهام‌بخشی یک دانشمند فعال در زمینه‌ای غامض در ریاضیات برای یک مهندس جوان در باب زیبایی‌های حسابان [۲۷]. روشن است که این ایده با تقسیم کاری که در زمینه حمایت از تحقیقات بنیادی در آمریکا مطرح شد همخوانی دارد.

#### ۴-۴ ارزیابی تحقیقات بنیادی

یکی از مهم‌ترین مقولات در تأمین مالی علم که با روند کلی مطالبه‌گری از نهاد علم نیز هم‌راستاست گره زدن تأمین مالی فرد، گروه یا مؤسسات پژوهشی به ارزیابی عملکرد تحقیقاتی ایشان است. بر این اساس نظامات "تأمین مالی مبتنی بر عملکرد" یا مبتنی بر خروجی در بسیاری از کشورها<sup>۱</sup> پیاده شده و پژوهش‌های زیادی برای بررسی آثار آنها انجام شده است. یافته‌ها نقاط قوت و وضعی برای این نظام تأمین مالی برشمرده و جمع‌بندی قاطعی به دست نمی‌دهند. منطق گره خوردن تأمین مالی به عملکرد، عقلایی است اما به نظر می‌رسد باید تلاش‌ها برای طراحی نظامی متعادل به گونه‌ای که بتواند قوت‌ها را بیشینه و ضعف‌ها را تا حد امکان مرتفع سازد ادامه یابد. بدیهی است استقرار و کارکرد مناسب چنین نظامی کاملاً وابسته به مدل ارزیابی عملکرد است.

نقاط قوت تأمین مالی مبتنی بر عملکرد عبارتند از شفافیت و قابلیت پیگیری، ایجاد انگیزه پژوهشی جهت کسب وجهه، عدالت در توزیع منابع، تنوع و امکان هزینه‌کرد منابع در جایی که بیشترین بازدهی را دارد [۲۸ و ۲۹]. بخشی از نقاط ضعف این مدل تأمین مالی به ایرادات طراحی و پیاده‌سازی و بخش دیگری به نارسایی مدل‌های ارزیابی پژوهش برمی‌گردد. از نقاط ضعف دیگر این مدل می‌توان به این موارد اشاره کرد: تبعات منفی ارزیابی‌ها به صورت لایه‌بندی<sup>۲</sup> و استانداردسازی<sup>۳</sup> زمینه‌های پژوهشی، یعنی برنامه‌های ارزیابی

۴- تا حدی که نگارنده در مقالات دقت نموده دو واژه لاین Assessment و Evaluation تقریباً معادل هم به کار می‌روند ولی کلیدواژه Research Assessment پرکاربردتر به نظر می‌رسد. می‌توان گفت واژه Assessment بیشتر برای ارزیابی کیفیت پژوهش از منظر معیارهای درونی علم و واژه Evaluation بیشتر برای ارزیابی پژوهش از منظر معیارهای بیرونی علم مناسب است. هر چند در مقالات این تفکیک به دقت رعایت نشده است.

5- Peer review  
6- Bibliography  
7- Scientometrics

۱- انگلستان و اکثر کشورهای اروپایی و استرالیا از جمله این کشورها هستند.  
2- Stratification  
3- Standardization

مقالات، تعداد ارجاعات، تعداد جوایز علمی و مرور همتایان، روشن می‌کند که هر یک تا حدی نشان‌دهنده خروجی مدنظر هستند. یعنی اگر تعداد ارجاعات به مقاله اول بسیار بیشتر از مقاله دوم است یکی از عواملی که می‌توان این تفاوت را به آن استناد داد میزان مشارکت بیشتر مقاله اول در پیشبرد دانش است و البته این امکان نیز وجود دارد که عوامل دیگری نیز در این تفاوت سهمی جدی داشته باشند. به عنوان مثال، ممکن است مقاله دوم یک ایده بسیار بدیع علمی را مطرح نموده که هنوز به قدر کافی مورد توجه قرار نگرفته باشد. بنابراین می‌توان با دقت در انتخاب مجموعه‌هایی که قرار است با یکدیگر مقایسه شوند اثر عواملی غیر از مشارکت در پیشرفت علمی را در شکل‌دهی به شاخص‌های در نظر گرفته شده به حدی قابل اغماض رسانده و انجام مقایسه بر اساس این شاخص‌ها را معتبر نمود [۳۵].

چند نکته ارزشمند در این مدل شایان توجه است:

□ مفهوم‌سازی تحقیقات بنیادی به صورت فرآیندی دارای ورودی و خروجی که خروجی‌های ذکرشده در چارچوب کانال‌های هفت‌گانه تحقق منافع تحقیقات بنیادی است.

□ تفکیک بین سه مفهوم فعالیت، تولید و پیشرفت علمی<sup>۳</sup>: هدف اصلی تحقیقات بنیادی پیشرفت علمی به معنای تجمعی اثربخش از تولیدات علمی است که ارزیابی باید ناظر به آن صورت گیرد.

□ تفکیک سه مفهوم کیفیت<sup>۴</sup>، اهمیت<sup>۵</sup> و تأثیر<sup>۶</sup> پژوهش: کیفیت، مقوله‌ای درونی یک پژوهش و اهمیت و تأثیر، مقولاتی ناظر به ارتباط پژوهش با سایر پژوهش‌ها هستند. اهمیت مقاله، به تأثیر بالقوه آن بر حوزه پژوهشی مربوطه دلالت دارد. بنابراین اصلی‌ترین مفهوم مرتبط با مشارکت پژوهش در پیشرفت علمی، تأثیر آن است نه اهمیت یا کیفیت آن. ممکن است پژوهشی باکیفیت و مهم باشد ولی به دلایل مختلف از قبیل فقدان تعامل مناسب فرد با جامعه علمی در پیشرفت کلی علم تأثیر چندانی نداشته باشد.

□ تأکید بر نسبی بودن کیفیت، اهمیت و تأثیر: اندازه‌گیری مقادیری مطلق برای تأثیر یک کار علمی ممکن نیست ولی می‌توان تأثیر دو کار علمی را با یکدیگر مقایسه نمود.

رایجی است. یافته‌های پژوهش‌های مختلف در مجموع ترکیبی از معیارهای کیفی و کمی را برای ارزیابی مناسب می‌داند. در عمل نیز رویکرد غالب ترکیبی از رویکردهای کمی و کیفی است [۲۸].

استفاده روزافزون از فناوری‌های زیرمجموعه هوش مصنوعی از قبیل یادگیری ماشینی و مه‌داده‌ها در کنار افزایش تصاعدی توان پردازش و محاسبه رایانه‌ها از روندهای مهم این حوزه محسوب می‌شود و مدل‌های ارزیابی مبتنی بر این فناوری‌ها توسعه یافته است [۳۳ و ۳۴]. از دیگر روندها می‌توان به همکاری‌های علمی در سطوح ملی و بین‌المللی اشاره نمود و ترکیب "علم تیمی"<sup>۱</sup> در همین راستا ایجاد شده است.

ممکن است در نگاه مراجع بیرونی از جمله سیاست‌گذاران، جهت‌گیری معیارها و همچنین قوت مدل ارزیابی درونی علم نامناسب به نظر آید. انتقاداتی که نسبت به برنامه‌های تأمین مالی مبتنی بر عملکرد در کشورهای مختلف از جمله انگلستان می‌شود ریشه در همین امر دارد. لذا یکی از مسیرهای پژوهشی مهم، طراحی مدل‌های معتبر ارزیابی و مورد قبول هر دو سمت جوامع علمی و همچنین سیاست‌گذاران است [۱۷].

البته ماهیت تحقیقات بنیادی و عدم قطعیت ممزوج با آن، ارزیابی اینگونه پژوهش‌ها را با دشواری مواجه می‌کند و یکی از دلایل چالشی بودن تصمیم‌گیری در این خصوص هم ریشه در همین امر دارد.

یکی از بهترین و الهام‌بخش‌ترین مدل‌های ارزیابی مختص تحقیقات بنیادی، مدلی است موسوم به "تجمیع نشانگرهای جزئی"<sup>۲</sup>. مبنای نظری این مدل آن است که با مفهوم‌سازی تحقیقات بنیادی به صورت فرآیندی دارای ورودی و خروجی، می‌توان خروجی‌های پژوهش‌ها را با یکدیگر مقایسه نمود. به عبارتی ارزیابی کمی و مطلق خروجی تحقیقات بنیادی امکان‌پذیر نیست ولی مقایسه خروجی پژوهشی اشخاص با رعایت شرایطی، از جمله اشتراک موضوعی، امکان‌پذیر است. اگر یکی از خروجی‌های تحقیقات بنیادی، نقش‌آفرینی در پیشرفت دانش در نظر گرفته شود بررسی دقیق شاخص‌های درونی علم از قبیل تعداد

3- Scientific Activity/Production/Progress

4- Quality

5- Importance

6- Impact

1- Team Science

2- Converging partial indicators

فرض شده بود که جامعه موافق هزینه‌کرد برای تحقیقات بنیادی نیست و این اندیش‌گان تلاشی است برای یافتن راهکارهای اقناع جامعه و مسئولین.

به خوبی می‌توان در استدلال‌های مطرح‌شده له و علیه حمایت از تحقیقات بنیادی در این رویداد، امتداد مبانی نظری و برخی جنبه‌های سیاستی مطرح‌شده در بخش‌های قبلی را یافت. روشن است که اکثر اعضاء جلسه که از دانشمندان برجسته علوم پایه بودند با حمایت هر چه بیشتر دولت موافق و نسبت به هر گونه محدودیت گلابه‌مند بودند.

استدلال‌های موافق تحقیقات پایه که عمدتاً توسط دانشمندان بیان شده در جدول ۱ به اختصار آمده است. در جدول ۲ نیز اهم استدلال‌های مخالف تحقیقات بنیادی که بیشتر از سوی یکی از مسئولین دولتی<sup>۴</sup> مطرح می‌شد به اختصار جمع‌بندی و ذکر شده است.

از مضامین مطرح‌شده در آن جلسه می‌توان چنین برداشت کرد که:

الف) همه افراد بر اینکه دولت باید از سرمایه‌گذاری در تحقیقات بنیادی منفعی به دست آورد اتفاق نظر دارند اما دانشمندان عموماً معتقدند این منافع در حالت پژوهش آزادانه کسانی که اهلیت لازم را دارند خود به خود حاصل خواهد شد و نه توسط مسئولین دولتی.

ب) دو گروه دانشمندان و سیاست‌گذاران در ایران فاصله ذهنی نسبتاً زیادی دارند تا حدی که هیچ دسته‌ای دیگری را به عنوان صاحب‌نظر در حیطه سیاست علم ناظر به تحقیقات بنیادی قبول ندارد!

ج) جنبه‌های اقتصاد سیاسی مسئله، اهمیت بالایی دارند.

د) اندیشه استقلال و تقدس نهاد علم در میان دانشمندان علوم بنیادی جایگاه محکمی دارد.

ه) مقوله علوم بنیادی هم که اعم از تحقیقات بنیادی است نیاز به توجه و رسیدگی دارد.

□ تمرکز بر ارزیابی گروه‌ها و مؤسسات پژوهشی: این کار باعث می‌شود که مقایسات معنی‌دارتری در خصوص تأثیر عملکرد پژوهشی صورت گیرد.<sup>۱</sup>

□ مرور انتقادی شاخص‌های بنیادی ارزیابی از منظر میزان ارتباط با تأثیر کار علمی

□ فرض اینکه عملکرد آینده اشخاص بر اساس عملکرد گذشته ایشان قابل پیش‌بینی است.

## ۵- بحث و جدل بر سر تحقیقات بنیادی در ایران

در این بخش رویدادی کوچک ولی آموزنده از منظر سیاست علمی ناظر به تحقیقات بنیادی در ایران بازخوانی می‌شود. در زمستان ۱۳۹۳ پژوهشگاه دانش‌های بنیادی اقدام به برگزاری "اندیش‌گان<sup>۲</sup> سیاست‌گذاری در علوم و پژوهش‌های بنیادی" نمود. مدعوین این رویداد جمعی از برجسته‌ترین پژوهشگران و پیشکسوتان حوزه تحقیقات بنیادی و برخی مسئولین سیاست‌گذاری علم در کشور بودند.<sup>۳</sup>

اهم سؤالاتی که برای مدعوین اندیش‌گان ارسال شده بود بدین شرح است:

◇ چرا هزینه کردن در پژوهش‌های بنیادی را به نفع کشور می‌دانید؟

◇ چگونه می‌توان سیاست‌گذاران را برای هزینه کردن در تحقیقات بنیادی متقاعد کرد؟

◇ آیا عدم توجه به پژوهش‌های بنیادی تولید بحران خواهد کرد؟

◇ چه اشکالی دارد اگر ایران به استفاده از نتایج پژوهش‌های بنیادی کشورهای توسعه‌یافته اکتفاء کند؟

◇ اولویت‌های ایران در علوم/پژوهش‌های بنیادی چه باشد/چگونه تعیین شود؟

۱- این باعث می‌شود اولاً اثر خیلی از عواملی که اثرات تصادفی بر شاخص‌های مدنظر دارند خنثی شود. ثانیاً انتخاب گروه‌های پژوهشی به جای افراد به گونه‌ای که بتوان اثر سایر عوامل مؤثر بر شاخص‌های مدنظر را ارزیابی نمود ساده‌تر است. در صورتی که واحد بررسی تک‌تک افراد باشند تعداد افرادی که علائق پژوهشی یکسان یا تقریباً یکسانی داشته باشند بسیار کم خواهد بود اما این مشکل در مورد گروه‌های پژوهشی تا حد زیادی مرتفع خواهد شد.

۲- گردهمایی کوتاه‌مدت و فشرده با شرکت معدودی افراد صاحب‌نظر برای بررسی جوانب و شنیدن آراء مختلف درباره یک موضوع خاص

۳- گزارش گفتگوهای این رویداد در شماره نهم سرآمد، ماهنامه بنیاد ملی نخبگان، صفحات ۱۴ تا ۲۱ بیان شده است.

۴- دکتر سید سپهر قاضی‌نوری معاون وقت سیاست‌گذاری و ارزیابی راهبردی معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری

جدول (۱) استدلال‌های به نفع تحقیقات بنیادی و مضامین مربوطه

ردیف	استدلال	مضامین نظری به کار رفته
۱	دولت‌ها نگاه کوتاه‌مدت داشته و می‌خواهند در دوره کاری خودشان به نتایج ملموس برسند. از طرفی بازگشت سرمایه‌گذاری در علوم بنیادی بلندمدت خواهد بود.	- ویژگی‌های تحقیقات بنیادی - جنبه‌های اقتصاد سیاسی
۲	نمایندگان مجلس نگاه کوتاه‌مدت و دغدغه رسیدگی به حوزه‌های انتخابیه خود را دارند و لذا به تحقیقات بنیادی اولویت نمی‌دهند.	- جنبه‌های اقتصاد سیاسی
۳	دانشگاه‌ها برای کسب بودجه بیشتر تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی را بدون تناسب با امکانات و ظرفیت‌هایشان بالا برده‌اند که این به علوم بنیادی ضربه می‌زند.	- جنبه‌های اقتصاد سیاسی
۴	اگر دولت به تحقیقات کاربردی اولویت بالاتری بدهد عده‌ای زبان‌باز و کاسب با روش‌های خودشان بودجه‌های دولتی را می‌گیرند و معلوم هم نیست مشکلی را حل کنند یا خیر.	- جنبه‌های اقتصاد سیاسی
۵	توضیح خروجی تحقیقات بنیادی دشوارتر از پروژه‌های کاربردی است. چنین پروژه‌هایی اتفاقاً مهم‌ترند.	- ویژگی‌های تحقیقات بنیادی
۶	تحقیقات بنیادی نتایج کاربردی مهمی دارد. به عنوان مثال برای تولید دارو، درمان بسیاری از بیماری‌های فراگیر، رسیدگی به معضلات زیست‌محیطی و ... نیازمند تحقیقات بنیادی هستیم. ضمناً بی‌توجهی به آن می‌تواند بحران‌زا باشد: بحران خشکی سفره‌های آبی زیرزمینی، دریاچه ارومیه، آلودگی و از بین رفتن محیط زیست، وابستگی به واردات دارو و ...	- ویژگی‌های تحقیقات بنیادی - منافع تحقیقات بنیادی
۷	علوم بنیادی ذهن را باز می‌کند. من به دانشجویانم توصیه می‌کنم قبل از کلاس من ریاضی و فیزیک محض کار کنند.	- ویژگی‌های تحقیقات بنیادی
۸	از علوم پایه است که ما به فناوری می‌رسیم.	- مدل خطی فشار علم
۹	مشکل ما این است که تصمیم‌گیری در خصوص تحقیقات بنیادی در دست سیاست‌مداران است نه دانشمندان.	- استقلال و تقدس نهاد علم
۱۰	این که شأن دانشمند ما که باید مشغول کار علمی باشد به این حد تنزل کند که بخاطر پول پژوهش دستش پیش این و آن دراز باشد خیلی بد است.	- استقلال و تقدس نهاد علم
۱۱	این استدلال که ما چون توسعه‌یافته نیستیم نباید در تحقیقات بنیادی سرمایه‌گذاری کنیم استدلال غلطی است.	- منافع تحقیقات بنیادی
۱۲	اگر ما به علوم بنیادی بی‌توجه باشیم در آینده نامی از ایران و ایرانی در جهان باقی نخواهد ماند. همه حوزه‌ها را کشف و در تسلط خودشان می‌گیرند. ما الآن به اتکاء دانشمندان قدیمی مان دست پری داریم اما نسل‌های بعد چطور؟	- منافع اجتماعی تحقیقات بنیادی
۱۳	سیاست‌گذاری غلط باعث شده دانشجویان مستعدتر به رشته‌های مهندسی یا پزشکی گرایش داشته باشند و این به علوم بنیادی آسیب خواهد زد.	- ابعاد اجتماعی-فرهنگی
۱۴	معاونت علمی مرجع خوبی برای حمایت از تحقیقات بنیادی است چون وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مسئولیت ساماندهی دانشگاه‌ها را دارد و این تمام توان او را خواهد گرفت.	- جنبه‌های اقتصاد سیاسی

جدول (۲) استدلال‌های علیه تحقیقات بنیادی و مضامین مربوطه

ردیف	استدلال	مضامین نظری به کار رفته
۱	این منطق که دولت چون پول نفت را دارد باید به دانشمندان هم بدهد تا به سلیقه خودشان کار کنند اشتباه است! این منطق رایج نفتی است.	- جنبه‌های اقتصاد سیاسی
۲	سرمایه‌گذاری در علوم بنیادی این نیست که به افرادی پول بدهیم و بروند در اتاق‌هایشان فکرها را عارفانه کنند! باید نتیجه آن هر چند در بلندمدت ولی به صورتی عینی و ملموس باشد.	- مطالبه پاسخگویی از نهاد علم - منافع تحقیقات بنیادی - ویژگی‌های تحقیقات بنیادی
۳	دوران استقلال و تقدس علم و آزادی پژوهشگر از هر گونه قید و پاسخگویی گذشته است. باید ابتدا ببینیم بودجه‌هایی که در گذشته صرف تحقیقات بنیادی شده چه منفعی برای ما داشته است.	- استقلال و تقدس نهاد علم - منافع تحقیقات بنیادی - مطالبه پاسخگویی از نهاد علم

جدول ۲) استدلال‌های علیه تحقیقات بنیادی و مضامین مربوطه

ردیف	استدلال	مضامین نظری به کار رفته
۴	باید از نگاه‌های علمی در خصوص پیشرفت و توسعه در دنیا استفاده کنیم. دنیا به سمت نگاه‌های سیستمی به نوآوری و پیشرفت رفته است. این تلقی که هر چه در تحقیقات بنیادی سرمایه‌گذاری کنیم ورودی برای تولید فناوری و ... بیشتر خواهد شد تلقی ناقصی است. اتفاقاً وقتی برای پیشرفت فناوری پول می‌دهیم علوم پایه هم پیشرفت خواهد کرد. معاونت علمی و فناوری به سرمایه‌گذاری در علوم بنیادی معتقد است مشروط به اینکه با برنامه و دقیق و متمرکز باشد.	- منافع تحقیقات بنیادی - ویژگی‌های تحقیقات بنیادی - مطالبه پاسخگویی از نهاد علم
۵	دوران این که بگوئیم ما تحقیقات بنیادی انجام دهیم و تولید دانش کنیم تا کل جهان استفاده کند نیز به سرآمده است. دنیای امروز دنیای جنگ و رقابت است.	- ویژگی‌های تحقیقات بنیادی - مطالبه پاسخگویی از نهاد علم
۶	دانشمندان و پژوهشگران علوم بنیادی باید برنامه‌ریزی را در کارشان بیاموزند. علم در کشور ما به صورتی آماتور پیش رفته است.	- تنظیمات درونی نهاد علم

- [14] Callon, M. (1994). Is science a public good? fifth mullins lecture, virginia polytechnic institute, 23 march 1993. *Science, Technology & Human Values*, 19(4), 395-424.
- [15] Pavitt, K. (1991). What makes basic research economically useful? *Research policy*, 20(2), 109-119.
- [16] Ghazinoory, S., & Ghazinoory, S. (2014). *Science, Technology and Innovation Policy; an Introduction*. Tarbiat Modares University Press. ISBN: 978-600-5394-51-1. {In Persian}.
- [17] Lundvall, B.-Å., & Borrás, S. (2006). *Science, Technology, and Innovation Policy*. In *The Oxford Handbook of Innovation*.
- [18] Suk, W. A., Heacock, M. L., Trottier, B. A., Amolegbe, S. M., Avakian, M. D., Henry, H. F., ... & Reed, L. G. (2018). Assessing the economic and societal benefits of SRP-funded research. *Environmental health perspectives*, 126(6), 065002.
- [19] Newson, R., King, L., Rychetnik, L., Milat, A., & Bauman, A. (2018). Looking both ways: a review of methods for assessing research impacts on policy and the policy utilisation of research. *Health research policy and systems*, 16(1), 54.
- [20] Bornmann, L. (2013). What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(2), 217-233.
- [21] Vanino, E., Roper, S., & Becker, B. (2019). Knowledge to money: Assessing the business performance effects of publicly-funded R&D grants. *Research Policy*.
- [22] Kay, J. A., & Smith, C. L. (1985). Science policy and public spending. *Fiscal Studies*, 6(3), 14-23.
- [23] Moussavi, A. (2018). Investigating the Role of Basic Sciences for Comprehensive Development of Developing Countries. *Journal of Science & Technology Policy*, 9(4), 45-54. {In Persian}.
- [24] Weinberg, A. M. (1965). Scientific choice, basic science and applied missions. *Minerva*, 3(4), 515-523.
- [25] Ghaneirad, M. A. (2000). *Jāme'eh-shenāsi-e Roshd va Oful-e Elm dar Irān (The Sociology of Growth and Decline of Knowledge in Iran)*. Madineh Press Institution, Tehran. ISBN: 9649189750. {In Persian}.

## References

## منابع

- [1] OECD. (2002). *Frascati Manual 2002*. OECD Publishing.
- [2] Martin, B., & Tang, P. (2007). *The Economic and Social Benefits of Publicly Funded Basic Research*. SPRU Electronic Working Paper Series, (Working Paper No.161).
- [3] Salter, A. J., & Martin, B. R. (2001). The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. *Research policy*, 30(3), 509-532.
- [4] Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors* (pp. 609-626). Princeton University Press.
- [5] Pavitt, K. (2001). Public policies to support basic research: What can the rest of the world learn from US theory and practice? (And what they should not learn). *Industrial and corporate change*, 10(3), 761-779.
- [6] Polanyi, M. (1962). The Republic of science. *Minerva*, 1(1), 54-73.
- [7] Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Brookings Institution Press.
- [8] Calvert, J. (2006). What's special about basic research? *Science, Technology & Human Values*, 31(2), 199-220.
- [9] Nelson, R. R. (1959). *Simple Economics of Basic Scientific Research*. The J. Reprints Antitrust L. & Econ., 3, 725.
- [10] Mansfield, E. (1998). Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings. *Research policy*, 26(7-8), 773-776.
- [11] Drew, C. H., Pettibone, K. G., Finch, F. O., Giles, D., & Jordan, P. (2016). Automated research impact assessment: a new bibliometrics approach. *Scientometrics*, 106(3), 987-1005.
- [12] Czarnitzki, D., & Thorwarth, S. (2012). Productivity effects of basic research in low-tech and high-tech industries. *Research Policy*, 41(9), 1555-1564.
- [13] Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research (with their own money)? *Research policy*, 19(2), 165-174.

behavior: An analysis of the influence of the Norwegian Publication Indicator at the individual level. *Research Evaluation*, 25(4), 371-382.

[32] Geuna, A., & Martin, B. R. (2003). University research evaluation and funding: An international comparison. *Minerva*, 41(4), 277-304.

[33] Ebadi, A., & Schiffauerova, A. (2016). iSEER: an intelligent automatic computer system for scientific evaluation of researchers. *Scientometrics*, 107(2), 477-498.

[34] Devyatkin, D., Suvorov, R., Tikhomirov, I., & Grigoriev, O. (2018). Scientific Research Funding Criteria: An Empirical Study of Peer Review and Scientometrics. In *Practical Issues of Intelligent Innovations* (pp. 277-292). Springer.

[35] Martin, B. R., & Irvine, J. (1983). Assessing basic research: Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12(2), 61-90.

[26] Arratia, M. N. M., Lopez, I. F., Schaeffer, S. E., & Cruz-Reyes, L. (2016). Static R&D Project Portfolio Selection in Public Organizations. *Decis. Support Syst.*, 84(C), 53-63.

[27] Weinberg, A. M. (1964). Criteria for scientific choice II: The two cultures. *Minerva*, 3(1), 3-14. doi:10.1007/BF01630147

[28] Guida, G. (2018). An Analysis of Scientific Research Performance in Italy: Evaluation Criteria and Public Funding. *International Journal of Economics and Finance*, 10(7).

[29] Hicks, D. (2012). Performance-based university research funding systems. *Research policy*, 41(2), 251-261.

[30] Hamann, J. (2016). The visible hand of research performance assessment. *Higher Education*, 72(6), 761-779.

[31] Bloch, C., & Schneider, J. W. (2016). Performance-based funding models and researcher



## **Challenges of Policy Making in the Realm of Basic Research**

**Taha Shokatian<sup>1\*</sup>, Sepehr Ghazinoory<sup>2</sup>**

1- Ph.D. Candidate in S&T Policy, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

### **Abstract**

In this paper, basic science regarded as the output of basic research has been the subject of investigation. Basic research, i.e. research undertaken with the aim of developing a fundamental understanding of the phenomenon under investigation, has properties that make policy decisions about it challenging. The most important of these properties, all of which could have exceptions, are: conceptual ambiguity, uncertainty and high risk, impossibility of a comprehensive prediction of practical ends and precise quantitative assessment of the benefits gained, the mediums and time lags for realization of the practical ends, difficulties in appropriation of the findings and importance in the national innovation system. In this paper, the main themes in the scientific and policy literature on basic research, including the definition and characteristics, theoretical foundations, and some policy aspects, with an emphasis on a science policy perspective is reviewed and based on that, some lines for future research is proposed. The literature reviewed yields the following key findings: 1) there is a consensus on the importance of basic research in development and the necessity that governments support it; the debate is on the limits; total elimination of basic research and using the findings of others is a rejected hypothesis; 2) there are sever criticisms about

the governmental pressures on the scientific institution to represent the benefits gained from basic research; however, the absolute freedom of the scientific institution is not accepted as well; 3) the benefits from basic research are diverse and complete assessment of them is not possible.

**Keywords:** Basic Research, Science Policy, Benefits from Basic Research, Research Assessment, Research Funding, Priority Setting

---

\* Corresponding author: taha.shokatian@modares.ac.ir