

نگاه طیفی به علوم: راه‌حلی برای مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی

محمدامین برادران نیکو^{۱*}، حسین قدرتی^۲، آرش موسوی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

چکیده

مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی مجموعه استدلال‌ها، نظریه‌ها و آرای‌هاست که در موافقت یا مخالفت با این پدیده معاصر در سیاست‌گذاری علم و فناوری به نگارش درآمده است. مرور بر این مباحثه در ایران و سراسر دنیا نشان می‌دهد که اکثر قریب به اتفاق محققان فضای تحقیقات علمی را یکسان و همگن فرض کرده‌اند؛ به نحوی که یک قاعده کلی را برای انواع تحقیقات جایز می‌دانند. در این مقاله نشان داده می‌شود پیش‌فرض ایشان صادق نیست. فضای تحقیقات علمی ناهمگن است و می‌توان انواع تحقیقات را در طیفی از بنیادی تا کاربردی قرار داد. با حرکت بر روی این طیف، ویژگی‌های اقتصادی علم مانند استثناپذیری، رقابت‌پذیری، عدم تعین و تقسیم‌پذیری تغییر می‌کنند. به کمک این دو ملاحظه، نگاه طیفی به علوم و تغییر ویژگی‌های اقتصادی، یک پاسخ ممکن به مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی را صورت‌بندی می‌کنیم. روش مورد استفاده در مقاله حاضر روش تحلیل نظری-فلسفی است. تحلیل‌ها نشان می‌دهند که دولت اگرچه لازم است تأمین مالی بخش‌هایی از تحقیقات علمی را به دست نامرئی بازار بسپرد، اما در طیف تحقیقات بنیادی لازم است دخالت کند و به جبران شکست بازار در این زمینه بپردازد.

واژگان کلیدی: تجاری‌سازی تحقیقات علمی، علوم بنیادی، علوم کاربردی، اقتصاد علم، سیاست‌گذاری علم و فناوری، استثناپذیری، رقابتی بودن.

۱- مقدمه

تجاری‌سازی تحقیقات علمی موضوعی است که امروزه در سطوح مختلف سیاستی، اجرایی و تحقیقاتی مورد بحث قرار گرفته است. برخی از تعریف‌هایی که برای این مفهوم ارائه شده، عبارتند از: انتقال یک محصول علمی خلق‌شده در دانشگاه به محیط صنعتی (Ktepe, 2004)؛ تبدیل نتایج تحقیقات به محصولات، خدمات و فرایندهایی که می‌توانند موضوع معاملات تجاری باشند (Downie, 2006)؛ فرایند تبدیل فناوری به محصولات موفق اقتصادی (Reamer et al, 2003)؛ فرایندی که از طریق آن یافته‌های حاصل از تحقیق به بازار آورده می‌شوند و ایده‌ها یا یافته‌های جدید به محصولات و خدمات جدید یا فناوری‌های فروختنی در سراسر جهان توسعه می‌یابند (سند برنامه بودجه‌ای کانادا در سال ۲۰۰۴). باوجود این تعاریف، منظور از تجاری‌سازی تحقیقات علمی در این مقاله نزدیک به تعریف داوونی و به معنای ظهور منافع از خود علم است.

تجاری‌سازی تحقیقات علمی در طول یک قرن تحولات مدیریت علم در آمریکا، به‌طور هماهنگ با تحولات در حوزه‌های صنعتی و سیاسی و بین‌المللی و تحت تأثیر آن تحولات، پدید آمده است. هنگام پیدایش عصر تجاری‌سازی، تقریباً از سال ۱۹۷۰، در آمریکا لابراتوارهای قدرتمندی مانند لابراتوارهای بل^۱، زیراکس پارک^۲، آی بی ام یورک تاون هایتس^۳ خانه‌های نیرومندی برای رشد و پیشرفت علوم بنیادی شده بودند. قدرت این لابراتوارها به دلیل دوران شکوفایی بنگاه‌های آمریکایی در ابتدای قرن بیستم بود. بنگاه‌ها در آن دوران جهت اهداف توسعه خود لابراتوارهای بزرگی تأسیس کردند. سپس، حمایت بخش نظامی در دوران جنگ سرد از پروژه‌هایی مانند منهن قدرت لابراتوارها را دوچندان کرد. حضور لابراتوارهای بزرگ این امکان را در اختیار بنگاه‌ها قرار داد تا تحقیقات خود را برون‌سپاری کنند و از این طریق هزینه‌های خود را کاهش دهند؛ بنابراین لابراتوارهای قدرتمند به‌عنوان یک عامل زمینه‌ای مهم برای پیدایش عصر تجاری‌سازی به حساب می‌آیند (Mirowski & Sent, 2008).

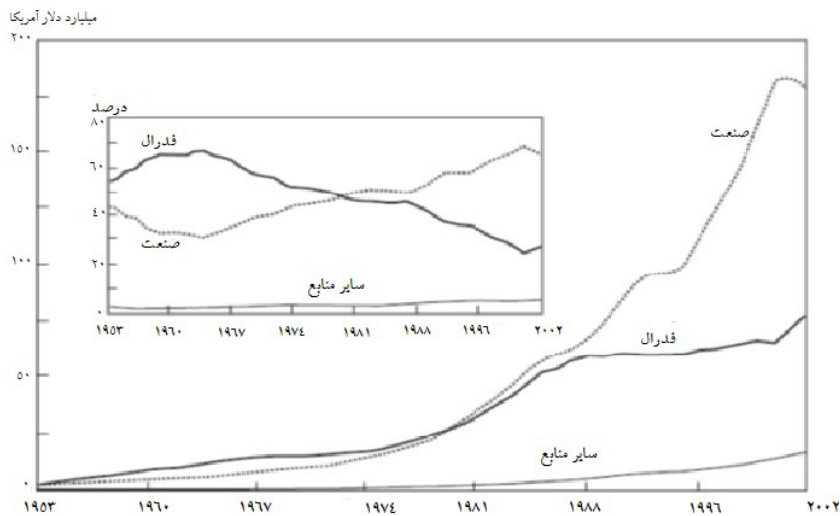
عوامل دیگری علاوه بر حضور لابراتوارهای بزرگ در ایالات متحده وجود داشتند که عصر تجاری‌سازی را پدید آوردند. مدل‌های مدیریتی بنگاه‌ها در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی متحول شدند. حذف مدل‌های سلسه‌مراتبی، هماهنگ‌سازی با بازار، سپردن تولیدات سنگین به کشورهای با دستمزد پایین و عقب‌نشینی از ادغام عمودی از جمله تحولاتی بود که در سطح بنگاه‌ها رخ داد. گسترش مالکیت فکری و تصویب برخی قوانین نیز عوامل دیگری بر تحقق این امر به حساب می‌آیند. شکل‌گیری اتحادیه بین‌المللی مالکیت فکری در سال ۱۹۸۴ و اجرایی شدن موافقت‌نامه TRIPS (ابعاد تجاری حقوق مالکیت فکری) سبب شد

مالکیت فکری گسترش یابد. تصویب قوانینی مانند قانون بی دُل به دانشگاه‌ها و کسب‌وکارهای کوچک اجازه می‌داد تا در مورد برخی نوآوری‌ها ادعا نمایند و مجوزهای انحصاری آن‌ها را بگیرند. تحولات آموزش عالی و بحران‌های مرتبط با آن نیز در شکل‌گیری عصر تجاری‌سازی تحقیقات علمی در دوره معاصر تأثیرگذار بود. توقف نام‌نویسی در آموزش عالی آمریکا، مواجه شدن دانشگاه با کمبود منابع مالی، عقب‌نشینی بخش نظامی در تأمین بودجه دانشگاه‌ها و افزایش سهم دانشجویان خارجی از جمله تحولات مهم در آموزش عالی آن دوره هستند؛ بنابراین تجاری‌سازی تحقیقات علمی در چنین بستری در نظام مدیریت علم آمریکا شکل گرفت و توسعه یافت (Mirowski & Sent, 2008).

تجاری‌سازی علم در سراسر دنیا نیز تحت تأثیر تحولاتی مشابه در بنگاه‌ها، قوانین و آموزش عالی به وجود آمده است. لابراتوارهایی مانند نَت لَب^۵ در اروپا توسط بنگاه‌ها تأسیس شدند و قدرت یافتند. سازمان CERN، به‌عنوان بزرگ‌ترین لابراتوار فیزیک ذره‌ای در جهان، در سال ۱۹۵۴ با اهداف خاصی شکل گرفت (Pestre & Krige, 1992). سپس ناتوا^۶ و بخش‌های نظامی بومی از سطوح قبلی ایفای نقش فعال به‌عنوان مدیران علم عقب‌نشینی کردند. «نظام‌های ملی نوآوری» مختلف در اروپا به سمت یک مدل فراملی، پیشرفته و نسبتاً یکپارچه از تجاری‌سازی علم سوق یافتند و برون‌سپاری تحقیق و توسعه بنگاهی گسترده شد (Narula, 2003). فراخوان برای یک قرارداد اجتماعی نوین برای نهاد علم و نیز برای ارزش‌گذاری پولی علم و تم‌های مشابه نئولیبرال ابتدا در بریتانیا و سپس به‌سرعت در سراسر قاره گسترش یافت (Hargreaves Heap, 2002).

مدیریت علم، در این سوی دنیا، در ژاپن نیز دچار تحولاتی گردید. در اواخر قرن بیستم، ابزارهای قانونی تصویب شد که مسیر تجاری شدن محصولات علمی در ژاپن را فراهم می‌کرد. به‌عنوان مثال قانونی در سال ۱۹۹۸ دانشگاه‌ها را برای بازگشایی اداره مجوزهای فناوری تشویق می‌کرد؛ نسخه ژاپنی قانون بی دُل در ۱۹۹۹ نیز از این دسته اقدامات است. در آوریل ۲۰۰۴، دانشگاه‌های ملی ژاپن به آژانس‌های به لحاظ اداری مستقل تبدیل شدند. روابط دانشگاه-صنعت به‌صورت ساختارهای بازار محور بازسازی شد. در چین نیز، بسیاری از دانشگاه‌ها تحت فشار سیاست بازارهای باز کشور به سمت ایجاد شرکت‌های نوپا^۷ حرکت کرده‌اند. بودجه ملی به‌شدت انقباضی شده و تخصیص منابع به دانشگاه‌ها به شکلی گسترده کاهش یافته است. هم‌اکنون برخی از دانشگاه‌های چینی کمپانی‌های خودشان را دارند و آن‌ها را اداره می‌کنند. تغییر ساختارهای حکمرانی دانشگاه‌ها را به سمت دوره‌ای نامعلوم از رقابت شدید سوق می‌دهد؛ دوره‌ای که در آن حکومت تلاش می‌کند ضمن حذف کمک‌های مالی کنترل خود را از

طریق تأسیس کمیته‌های ارزیابی و کارگروه‌های مشاوره حفظ کند (Mirowski & Sent, 2008). به‌طور خلاصه یک حرکت جهانی و هماهنگ در کل نظام مدیریت علم در دنیا به وجود آمده است که منطق نئولیبرال را به‌عنوان اصلی‌ترین فرضیه می‌پذیرد. قدرت یافتن این جریان در نهاد علم پیامدهایی به همراه دارد. حمایت‌های دولتی از دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های عمومی به‌طور نسبی (نسبت به حمایت‌های بخش خصوصی) کاهش یافته است. هزینه‌های فدرال برای تحقیق و توسعه در یک الگو در ایالات متحده (الگویی که با تأخیر زمانی در کشورهای دیگر اتفاق افتاد) به‌عنوان کسری از کل هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌طور پیوسته از اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی کاهش پیدا کرده است. در همان حال، کسری از هزینه کرد تحقیق و توسعه در بخش صنعت (خصوصی) افزایش داشت و همان‌طور که شکل (۱) نشان می‌دهد در سال ۱۹۸۰ از هزینه کرد فدرال پیشی می‌گیرد (Mirowski & Sent, 2008).



توجه: سایر منابع عبارت اند از: منابع غیرانتفاعی، دانشگاهی و غیر از دولت ایالات متحده

شکل (۱): تحقیق و توسعه در ایالات متحده بر مبنای منشأ تخصیص منابع از ۱۹۵۳ تا ۲۰۰۲ (NSB, 2004:1-11)

در عصر تجاری‌سازی جامعه علمی درگیر فعالیت‌های بازاری می‌شود. دانشگاه بیشتر به شکل کارخانه‌های تولید «اطلاعات» ایفای نقش می‌کنند. آموزش کارکرد ثانویه پیدا می‌کند (Lave et al, 2010). مفهوم سنتی نویسندگی دچار بحران می‌شود؛ بنگاه‌ها از نام دانشگاهیان سرشناس برای خروجی پژوهش‌های خود استفاده می‌کنند (Sismondo, 2009).

این تحولات تاریخی که می‌توان آن را موج جهانی تجاری‌سازی تحقیقات علمی نامید، در میان محققانی که به تحولات تاریخی نهاد علم علاقه‌مند هستند دو دسته از واکنش‌ها را برانگیخته است. واکنش نخست از تجاری‌سازی دفاع می‌کند و آن را عامل افزایش منافع اجتماعی می‌دانند. استدلال اکثر آن‌ها بر این است که منطق بازار آزاد به بهترین شکل مسائل مربوط به تخصیص بودجه علم را حل می‌کند. واکنش دوم مخالف تجاری شدن علم هستند و معتقدند سپردن مدیریت علم به سازوکار بازار ماهیت علم و ارزش‌های جامعه علمی را به خطر می‌اندازد.

مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی نزدیک به یک دهه است که به مقالات و سخنرانی‌های محققان ایرانی نیز رسیده است. محققان ایرانی اکثراً از رشته‌های مدیریت (مدیریت فناوری، سیاست‌گذاری علم و فناوری و رشته‌های مرتبط) و جامعه‌شناسی هستند. دو واکنش موافق و مخالف نسبت به تجاری شدن علم در میان آراء ایشان نیز دیده می‌شود. موافقان که بیشتر از حوزه مدیریت هستند با فرض ضرورت تجاری‌سازی مدل‌های مناسب اجرایی در شرایط بومی را ارائه می‌دهند و موانع تحقق آن را بررسی می‌کنند. در اردوگاه مخالفان برخی جامعه‌شناسان دیده می‌شوند که تجاری‌سازی را عامل بی‌ارزش شدن علوم انسانی و تضعیف هویت فرهنگی-اجتماعی دانشگاه می‌دانند (موسوی و برادران، ۱۳۹۷).

مرور بر مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی نشان می‌دهد نگاهی تمامیت‌خواه و همگن به سراسر علم در اکثر آراء ایشان فرض شده است. این در حالی است که سرزمین علم فضایی ناهمگن است و پژوهش‌های علمی به انواع گوناگون دسته‌بندی شده‌اند. تقسیم‌بندی‌های مختلف علوم مانند انسانی-طبیعی، عقلی-تجربی، نظری-عملی و آشکار-پنهان حاکی از این امر است که نمی‌توان نگاه یکپارچه و یکسان به سراسر علم و انواع مختلف آن داشت. عدم توجه به این ملاحظه مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی را دچار ابهامات و اشکالاتی کرده است و در نظر گرفتن هرکدام از این تقسیم‌بندی‌ها می‌تواند راهی برای مناقشه مذکور بگشاید. با این وجود در این مقاله تقسیم‌بندی دیگری از نظر کاربردی یا بنیادی بودن تحقیقات علمی در نظر گرفته شده است. تمرکز پژوهش حاضر بیشتر بر علوم طبیعی و مهندسی است؛ چراکه اولاً ادبیات جهانی با موضوع تجاری‌سازی دانش بیشتر ناظر بر علوم طبیعی است و ثانیاً تمرکز بر یک دسته از علوم نقش تمایز بنیادی-کاربردی در پاسخ به مباحثه تجاری‌سازی را بهتر نشان می‌دهد. به کمک مدل مفهومی که از استدلال‌های اقتصاددانان علم به دست آمده تلاش گردید تمایز بنیادی-کاربردی در تحقیقات علمی برجسته شود و نشان دهیم این تمایز چگونه می‌تواند مباحثه مذکور را پاسخ دهد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- روش تحلیل نظری-فلسفی

روش مورد استفاده در پژوهش حاضر روش تحلیل نظری-فلسفی است. این روش همان طور که از عنوان آن برمی آید اصالتاً از حوزه فلسفه سرچشمه گرفته است اما برای سایر شاخه های علوم، چه طبیعی و چه انسانی، به خصوص هنگامی که پای بحث های نظری به میان می آید از اهمیت بالایی برخوردار است و به طور وسیع مورد استفاده قرار می گیرد.

ریشه های عبارت تحلیل فلسفی همچون خود فلسفه به دوران یونان باستان می رسد. فیلسوفان کلاسیک یونانی تحلیل فلسفی را مترادف با تجزیه کردن یک نظام فکری پیچیده به اجزای آن و توضیح خصوصیات کل از طریق پرداختن به ویژگی های اجزا و تشریح روابط آن ها با یکدیگر می دانستند (بالدوین، ۱۹۹۸). تحلیل فلسفی در روزگار ما، در کار روزمره فیلسوفان معاصر، به دو معنای متمایز و در عین حال مرتبط باهم مورد استفاده قرار می گیرد: یک معنای خاص در داخل حلقه فیلسوفان تحلیلی و یک معنای عام در کل قلمرو فلسفه و حیطه های نظری سایر علوم انسانی و اجتماعی.

تحلیل فلسفی در معنای خاص آن به روشی اطلاق می شود که در سنت فلسفه تحلیلی معمول است. سنگ بنای این روش در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم با آثار فیلسوفان بزرگی نظیر مور (۱۸۹۹) و راسل (۱۹۰۳) نهاده شد و در طول قرن بیستم دگرذیسی ها و تحولات چندی را به خود دید. تحلیل فلسفی در شکل اصیل خود در اوایل قرن بیستم به صورت بازسازی منطقی عبارات و جملات مورد ملاحظه قرار می گرفت. اندیشه اصلی در پس این فرآیند این بود که از طریق بررسی فرم منطقی یک جمله یا یک عبارت می توان به درکی در باب اهمیت و نقش آن جمله یا عبارت در فرآیندهای استنتاج دست یافت. کاربرد مهم روش تحلیل منطقی در حوزه معرفت شناسی بود. این روش در قلمرو معرفت شناسی برای پرداختن به این مسئله مورد استفاده قرار می گرفت که رابطه میان مدعیات پیچیده معرفتی (گزاره های نظری یا نظریه ها) و فقرات ساده و نسبتاً قابل اعتمادتر معرفتی (گزاره های مشاهده ای) به چه نحو قابل صورت بندی است.

فیلسوفان و نظریه پردازان زمان ما عبارت تحلیل فلسفی را همیشه به معنای خاصی که در جریان فلسفه تحلیلی از این عبارت مراد می شود مورد استفاده قرار نمی دهند. تحلیل فلسفی در معنای عام آن به هرگونه فعالیت استدلالی حرفه ای که مجموعه متنوعی از تکنیک ها و ابزارهای فلسفی (از جمله بازسازی منطقی) را مورد استفاده قرار دهد اطلاق می گردد. جولیان باگینی و پیترو فسل در کتاب جعبه ابزار فیلسوفان

(۲۰۱۰) مجموعه‌ای شامل بیش از هفتاد تکنیک فلسفی را گردآوری نموده‌اند که در فعالیت حرفه‌ای فیلسوفان معاصر به کار گرفته می‌شوند. تکنیک‌ها و ابزارهایی نظیر قیاس محتمل، روش فرضی-قیاسی، روش دیالکتیک، قیاس تشبیه، بازسازی منطقی، فروکاهش و تکنیک‌های بسیار دیگر از جمله ابزارهای موجود در جعبه‌ابزار فیلسوفان‌اند. چپش‌های بسیار متنوعی از این ابزارها در یک متن فلسفی نوعی، بنابراین که موضوع تحلیل چه باشد و تحلیل فلسفی برای رسیدن به چه مقصدی طراحی شده باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دو نکته مهم در باب این جعبه‌ابزار فلسفی و شیوه استفاده از آن را باید در اینجا مورد اشاره و تأکید قرار دهیم. نکته اول این است که اگرچه تحلیل فلسفی در معنای عام آن به‌وضوح ابزارها و تکنیک‌های گسترده‌تری را در مقایسه با تحلیل منطقی مورد اتکا و استفاده قرار می‌دهد، اما منطقی و تحلیل منطقی کماکان در هرگونه تحلیل فلسفی به‌گونه‌ای در محور کار قرار دارد. این موضوع حتی در آن دسته از متون فلسفی که سنت فلسفه تحلیلی را به شکلی ریشه‌ای مورد انتقاد قرار می‌دهند به‌وضوح قابل رؤیت است. فیلسوفانی که بنیان‌ها و مفروضات اساسی روش تحلیل منطقی را مورد حمله قرار می‌دهند، خود برای به کرسی نشاندن مدعیات خود از تحلیل منطقی کمک می‌گیرند (برای نمونه نگاه کنید به کواین، ۱۹۵۳). و نکته دوم در این زمینه این است که تحلیل فلسفی در معنای عام آن اساساً روشی مشتعل بر یک مجموعه از مراحل و گام‌های مشخص روش‌شناختی نیست. هیچ چک‌لیست روشن و به‌دقت مرحله‌بندی شده‌ای وجود ندارد که روش تحلیل فلسفی را با استفاده از آن بتوان آموخت، اجرا کرد و یا مورد ارزیابی قرار داد. تحلیل فلسفی در عوض مبتنی بر نوعی مهارت ضمنی است که از طریق مطالعه گسترده و مستمر متون فلسفی و با تمرین زیاد می‌توان بدان دست یافت.

در بخش بعد با استفاده از روش دیالکتیکی (به‌عنوان یکی از ابزارهای تحلیل فلسفی) نشان داده شد استدلال‌های موافقان و مخالفان مبتنی بر کدام پیش‌فرض نادرست است. در این بخش با طرح مثال‌های نقض استدلال‌های آن‌ها مورد تردید قرار می‌گیرد و مشخص می‌گردد محل اشکال استدلال‌های ایشان فرض یک مقدمه نادرست، نگاه همگن به علم است سپس مهم‌ترین نظریات برخی اقتصاددانان علم مورد تحلیل قرار گرفت و آراء ایشان به پنج مفهوم اصلی استثنایپذیری، رقابتی بودن، تقسیم‌پذیری، تملک‌پذیری و عدم تعین فروکاسته شد. همان‌طور که گفته شد، فروکاهش به‌عنوان یکی دیگر از ابزارهای این روش است؛ در ادامه به کمک این ابزار به مدل مفهومی و مبانی نظری مناسب (T1) دست یافتیم. در بخش بعد یک نظریه رایج درباره تقسیم‌بندی تحقیقات علمی معرفی می‌شود و به‌عنوان یکی دیگر از

مبانی نظری مقاله (T2) به کار می‌رود. با استفاده از این دو تز مبنایی (T1 و T2) از طریق روش فرضی-قیاسی ویژگی‌های اقتصادی انواع تحقیقات علمی بررسی شد و نتیجه نهایی حاصل گردید.

۲-۲- مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی و نگاه همگن به علم

قدرت گرفتن جریان تجاری‌سازی تحقیقات علمی واکنش‌هایی را در مقالات و نوشته‌های محققان علم و فناوری به همراه داشته است. میروسکی و ون هورن (۲۰۰۵) این واکنش‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنند: دسته نخست «محافظه‌کاران مرتونی»^۱ نام دارند که نگران از بین رفتن ارزش‌های ذاتی نهاد علم و هنجارهای مرتونی هستند. دسته دوم «ویگ‌های اقتصادی»^۲ هستند که نگاه خوش‌بینانه‌ای به تجاری‌سازی علم دارند و معتقدند با تولیدکننده‌ها (دانشگاه‌ها) و مصرف‌کننده‌ها (شرکت‌ها) باید به گونه‌ای رفتار کرد که از رویه تجاری‌سازی آسیب نبینند (Mirowski & Van Horn, 2005).

جهت آشنایی با برخی دیدگاه مخالفان تجاری‌سازی می‌توان به استدلال‌های براون و اوانز اشاره کرد. براون نشان می‌دهد تجاری‌سازی پژوهش علمی نتایج نامطلوبی دارد: وابستگی دانشگاه به صنعت، سوق یافتن آموزش و پژوهش به سمت علوم کاربردی، علاقه‌مندی دانشمندان به پنهان‌کاری، در نظر گرفتن دانشجو و صنعت به‌مثابه‌ی مشتری و دانشگاه به‌عنوان تولیدکننده (Brown, 2000). اوانز نیز استدلال می‌کند تجاری‌سازی تهدیدی برای ماهیت ایده آل نهاد علم به حساب می‌آید. او با مطالعه موردی درباره‌ی دانشمندان مرکز آراییدپسیس^{۱۰} نشان می‌دهد هنجار «اشتراک‌گرایی» که موردعلاقه‌ی جدی جامعه دانشگاهیان است در تعامل با صنعت از بین می‌رود. دانشگاهیانی که با شرکت‌ها همکاری می‌کنند، اغلب در منابع و ایده‌های پژوهش‌های تحت حمایت، قابل‌اعتماد شرکت نیستند. مشارکت با صنعت دانشگاهیان را مجبور می‌کند منابع تحقیقاتی را بااحتیاط بیشتری مدیریت کنند. بدین ترتیب دانشگاهیان باید از اشتراک‌گذاری علم فاصله بگیرند و هنگامی که در یک پروژه مشارکتی با صنعت وارد می‌شوند، نمی‌توانند دیگر دانشگاهیان را در یافته‌های پژوهشی خود سهیم کنند. این اتفاق برای دانشگاهیان خوشایند نیست و انتشار ایده‌های نو و ورود نویسندگان جدید را می‌کاهد (Evans, 2010).

در میان مدافعان تجاری‌سازی تحقیقات علمی، به قول میروسکی «ویگ‌های اقتصادی»، می‌توان نگاهی به آراء راتبارد و شیلو انداخت. از نظر راتبارد مسائل مربوط به تولید و نشر علم از طریق مکانیسم بازار آزاد به بهترین شکل ممکن حل می‌شوند. به‌عنوان مثال مسئله تخصیص منابع برای علم و فناوری توسط نظام‌های آزاد قیمت پاسخ داده می‌شود؛ زیرا در فضای آزاد منابع به سمت موضوعات ضروری سوق می‌یابند (Rothbard, 2015). بازار آزاد مسئله کمبود تحقیقات علمی را نیز به‌خوبی حل می‌کند زیرا

کاهش تحقیقات علمی به دلیل عدم دخالت دولت و حمایت‌های سنگین مالی نیست. بیش از نیمی از شصت و یک اختراع ثبت‌شده در قرن بیستم از حمایت‌های سنگین دولت برخوردار نبوده‌اند؛ بلکه توسط مخترعان شخصی با منابع کم انجام شده‌اند (Rothbard, 2015). شیلو نیز استدلال می‌کند تجاری‌سازی عامل حیاتی برای افزایش منافع اجتماعی است. منافع اجتماعی حاصل از تحقیقات علمی از طریق بکار بردن محصولات، رویه‌ها یا خدمات افزایش می‌یابد. در این حالت تجاری‌سازی عامل اساسی برای بکار رفتن محصولات پژوهش در مقیاس بزرگ و در نتیجه افزایش منافع اجتماعی، به حساب می‌آید. علاوه بر این، از نظر شیلو، مشارکت بخش خصوصی نتایج پژوهش‌ها را افزایش می‌دهد و این امر نیز به افزایش منافع اجتماعی کمک می‌کند (Schillo, 2014).

آنچه در اکثر قریب به اتفاق مقالات مورد بحث درباره تجاری‌سازی تحقیقات علمی میان موافقان و مخالفان مشترک است نگاه یکپارچه و همگن به تمام علم است. موافقان و مخالفان استدلال‌های خود را به گونه‌ای طرح می‌کنند گویی علم سرزمینی یکدست است که می‌توان راه‌حلی که برای قسمتی از آن مناسب است را به تمام آن تعمیم داد. راتبارد به تأثیرات بلندمدت علوم بنیادی در نوآوری توجهی نمی‌کند. اگرچه ممکن است نوآوری‌ها در قرن بیستم محصول یک آزمایشگاه یا کارگاه کوچک و بدون حمایت‌های مالی هنگفت خلق شده باشند؛ ولی نمی‌توان نقش دانش زمینه‌ای لازم برای رسیدن به آن را نادیده گرفت. دانش زمینه‌ای معمولاً با پیشرفت در علوم پایه و در سازمان‌های عمومی مانند دانشگاه شکل می‌گیرد. همچنین شیلو نقش تجاری‌سازی را در توسعه محصولات پایانی پژوهش مؤثر می‌داند در حالی که علوم بنیادی ضرورتاً به محصولات کاربردی نمی‌رسند و از این رو رویه تجاری‌سازی به سمت توسعه و حمایت از آن‌ها نمی‌رود. علاوه بر این، محافظه‌کاران مرتونی نیز از هنجارهایی مشترک برای سراسر علم دفاع می‌کنند. این در حالی است که مناطقی در سرزمین علم وجود دارد که فرهنگ بی‌غرضی و اشتراک‌گرایی در آن‌ها رایج نیست. به عنوان نمونه یک پژوهش دقیق در مورد تأثیر یک دارو بر نوع خاصی باکتری را در نظر بگیرید. اگر دانشمندان در این آزمایش به سرعت نتایج را به اشتراک بگذارند، انگیزه‌ای برای حامیان این آزمایش برای تأمین مالی آن باقی نمی‌ماند و بنابراین بهتر است که پنهان‌کاری، در مقابل اشتراک‌گذاری، در این مثال مورد حمایت باشد؛ بنابراین یک شکاف نظری در مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی را می‌توان نگاه یکپارچه و همگن به علم دانست.

مباحثه داخلی بیشتر در نوشته‌ها، مقالات و سخنرانی‌های جامعه‌شناسان، محققان و دانشجویان حوزه‌ی مدیریت و سیاست‌گذاران علم و فناوری دیده می‌شود. اکثر جامعه‌شناسان ایرانی با تجاری‌سازی علم،

بخصوص در حوزه علوم انسانی، مخالف هستند و بر آثار منفی که تجاری‌سازی بر ارزش‌های دانشگاهی و ماهیت علم می‌گذارد تأکید می‌کنند (قانعی راد، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵؛ ذاکر صالحی، ۱۳۹۵؛ فراستخواه، ۱۳۹۵). عده‌ای از دانشجویان و محققان در زمینه مدیریت به تعریف مفاهیم تجاری‌سازی (فکور، ۱۳۸۵؛ مهدی ۱۳۸۹)، الگوهای اجرایی و مراحل کلیدی در فرایند تجاری‌سازی علم (فکور ۱۳۸۴؛ مهدی ۱۳۸۹؛ گودرزی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲) پرداخته‌اند. برخی از اندیشمندان در حوزه مدیریت ضرورت تجاری‌سازی تحقیقات علمی در ایران را پذیرفته‌اند و به دنبال یافتن موانع آن هستند (فکور، ۱۳۸۷؛ جاهد، ۱۳۹۲؛ واعظی، ۱۳۹۶؛ گودرزی، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲؛ حسنعلی پور، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰؛ ندیرخانلو، ۱۳۸۹). عده کمی از آن‌ها نیز نگران آثار منفی این پدیده هستند (عباسی، ۱۳۸۹ و ۱۳۸۸).

به نظر می‌رسد محققان ایرانی به تمایز میان علوم بنیادی و کاربردی یا تمایز میان علوم ضمنی و آشکار توجه نداشته‌اند. استدلال موافقان تجاری‌سازی تنها به سویه کاربردی علوم مربوط می‌شود و مخالفان علیه تجاری شدن علوم بنیادی دلیل آورده‌اند؛ بدون اینکه به تمایز بنیادی-کاربردی و طیف محصولات علمی از بنیادی تا کاربردی توجه داشته باشند. به‌عنوان نمونه فکور، از موافقان تجاری‌سازی، فرایند تجاری‌سازی را به فرایند انتقال فناوری نزدیک می‌داند (فکور، ۱۳۸۵: ۲۶) و به دنبال سازوکار مناسب برای سهولت انتقال فناوری در دانشگاه‌ها است (فکور، ۱۳۸۴: ۵۶-۵۴). از نظر او دانشگاه کارآفرین نمونه مناسبی برای تجاری‌سازی تحقیقات علمی در ایران است (فکور، ۱۳۸۷)؛ بنابراین جایگاه علوم بنیادی در بحث‌های او درباره تجاری شدن مبهم است و او نگاه جامعی به انواع تحقیقات علمی نداشته. همچنین مهدی (۱۳۸۹) نیز با پیشنهاد «تحقیقات نیمه‌صنعتی» به‌عنوان روشی مناسب برای تجاری‌سازی به آن دسته از علوم که مسائل بنیادی درباره طبیعت را تحقیق می‌کنند توجه نکرده است. مرحله پیشنهادی مهدی تنها برای تحقیقاتی قابل اجرا است که علیرغم هر انگیزه‌ای دغدغه‌های کاربردی و حل مسئله داشته باشند. دستاوردهای تجاری‌سازی که سلطانی (۱۳۹۳) به آن اشاره می‌کند، مانند توسعه اقتصادی، ارتقاء سطح فناورانه و اشتغال‌زایی، مؤید بر این است که او کل علم را منحصر به علوم کاربردی می‌داند و علوم بنیادی جایگاهی در طرح او ندارند. در مقابل، مخالفان تجاری‌سازی بیشتر به سویه بنیادین علوم توجه کرده‌اند. به‌عنوان نمونه، عباسی (۱۳۸۸) نشان می‌دهد رویکرد تجاری‌سازی مسیر علم را منحرف می‌کند و اهداف عالی‌تر جامعه علمی را از بین می‌برد. این در حالی است که برخی از جامعه‌های علمی به دنبال حل مسئله‌ای برای صنعت هستند و اهداف عالی که عباسی نگران آن‌ها است را از ابتدا در نظر ندارند. از این جهت او نگاهی یکسان به علم دارد و استدلال‌های او درباره علوم کاربردی و تحقیقاتی که

در بخش های R&D صنعت انجام می شود معتبر نخواهد بود. اکثر جامعه شناسان مخالف با تجاری سازی نگاه تمامیت خواه به علم را حفظ کرده اند. مثلاً قانعی راد (۱۳۹۵) معتقد است نمی توان از علوم انسانی انتظار داشت که هدفی جز درآمدزایی نداشته باشند. از نظر ذاکر صالحی (۱۳۹۵) کاربردی کردن علوم انسانی با ایده تجاری سازی، جفا در حق این علوم است. این دسته از جامعه شناسان به تمایز علوم انسانی از سایر علوم توجه کرده اند؛ باین وجود به تمایز تحقیقات بنیادی و کاربردی درون علوم انسانی نپرداخته اند. برخی علوم انسانی مانند مدیریت، اقتصاد و روانشناسی را می توان کاربردی تر از فلسفه و جامعه شناسی دانست. پس تمامیت فضای علوم انسانی نیز فضایی همگن نیست. علاوه بر این، آشکار است آن دسته از مقالات که با مطالعه موردی به آثار مثبت و منفی تجاری سازی پرداخته اند (گودرزی، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۰؛ حسنتلی پور و دیگران، ۱۳۸۹؛ ندیرخانلو و دیگران، ۱۳۸۹) تنها رشته علمی ویژه یا سازمان علمی خاصی را در نظر گرفته اند و از دست یافتن به یک نگاه مناسب باز مانده اند.

یک راه حل برای یافتن موضع مناسب در مباحثه تجاری سازی علم توجه به نگاه طیفی به بروندهای علمی از بنیادی تا کاربردی است. برای اینکه اهمیت نگاه طیفی را در موضوع تجاری سازی علم نشان دهیم به چارچوب مفهومی نیاز داریم تا ویژگی های اقتصادی علم را در این طیف برجسته سازد. چارچوب مفهومی لازم از آموزه اقتصاد علم و استدلال های افرادی مانند نلسون و آرو استخراج شده است.

۳- مدل مفهومی پژوهش

۳-۱- مدل مفهومی - اقتصادی برای علم

علم، از نقطه نظر اقتصاد علم، مانند سایر کالاها ویژگی های اقتصادی دارد. یکی از موضوعاتی که اقتصاددانان علم به آن می پردازند بررسی ویژگی هایی مانند استثناپذیری، رقابت پذیری، تملک پذیری و تقسیم پذیری کالای علم است. در این بخش ضمن بررسی آراء اقتصاددانان علم به مدل مفهومی مناسبی برای توضیح ویژگی های اقتصادی علم دست می یابیم. این مدل مفهومی کمک می کند تا شکاف نظری موجود در مباحثه تجاری سازی تحقیقات علمی برطرف شود.

اقتصاد کلاسیک معمولاً کالاهای اقتصادی را بر اساس دو ویژگی رقابتی و استثناپذیری تقسیم بندی می کند. رقابتی بودن یک کالا بدین معنا است که آن کالا در اثر مصرف شدن توسط فردی کاهش یا تمام می یابد و مصرف آن بر میزان مصرف دیگری اثر بگذارد. مثلاً پیتزا کالایی رقابتی است چون

خوردن هر قطعه از آن، به همان میزان، مصرف دیگری را می‌کاهد. استثناپذیر بودن کالا بدین معناست که تولیدکننده‌ی آن می‌تواند مصرف آن را برای عده‌ای محدود کند و مانع دسترسی به آن شود. پیتزا این ویژگی را نیز دارد و به راحتی می‌توان آن را از دسترس دیگران خارج کرد. ولی هوای پاک استثناپذیر است؛ به محض اینکه هوای یک منطقه پاک و تمیز شد شما نمی‌توانید به دیگران اجازه ندهید که از این هوای پاک استفاده نمایند. مطابق با این دو ویژگی چهار نوع کالای اقتصادی (مطابق با شکل (۲)) به وجود می‌آید: کالای خصوصی، عمومی، شبه عمومی و دسترسی آزاد (McEachern, 2006).

رقابتی	غیر رقابتی	
خصوصی	شبه عمومی	استثناپذیر
- پیتزا	- سیگنال تلویزیون	
دسترسی آزاد	عمومی	استثنائاً پذیر
- ماهی اقیانوس	- امنیت ملی	

شکل (۲): چهار نوع کالای اقتصادی بر اساس استثناپذیری و رقابتی بودن

اقتصاددانان علم درباره‌ی ویژگی استثناپذیری علم به بحث پرداخته‌اند. به عنوان نمونه، ریچارد نلسون، اقتصاددان کلاسیک قرن بیستم، معتقد است علوم بنیادی استثنائاً پذیر هستند. دانش‌های بنیادی ماهیت ویژه‌ای دارند و می‌توانند به راحتی به خارج از مرزهای واحد تولیدکننده آن‌ها سرریز کنند. نظریه‌های علمی، مانند نظریه‌های شیمی گازها یا ترمودینامیک، در بخش‌های مختلفی از بنگاه‌های تولیدی گوناگون به کار می‌آیند. سازوکار مشخصی برای اینکه سودهای اقتصادی حاصل از آن نظریه‌ها به بنگاه تولیدکننده‌ی نظریه تعلق گیرد وجود ندارد. به بیان اقتصادی، تحقیقات بنیادی کالایی استثناپذیر نیستند. به ثبت رساندن حقوقی، مثلاً پتنت، نیز نمی‌تواند برای نظریه‌های بنیادی علم به کار آید. پیشرفت‌های عمده در دانش علمی معمولاً به گونه‌ای رخ می‌دهند که امکان پتنت کردن سریع آن‌ها وجود ندارد. دانش‌های بنیادین در مرتبه‌ای بالاتر قرار دارند و نتایج حاصل از آن‌ها به عنوان ورودی‌هایی برای پروژه‌های کاربردی در مرتبه پایین‌تر عمل می‌کند. شکل‌گیری این ارتباط سلسله مراتبی نیازمند زمان است. به همین خاطر دانشمندان بر جریان آزاد یافته‌های علمی تأکید می‌کنند. از نظر ایشان قوانین طبیعی و فکت‌های علمی پتنت شدنی نیستند (Nelson, 1959).

میشل کلن، برخلاف نلسون، استدلال می‌کند علم کالایی استثنای پذیر است و تملک آن ممکن است. در مورد علم می‌توان استفاده آن را برای عده‌ای محدود یا منع کرد. این امر بسته به متنی است که اطلاعات در آن متن درج شده‌اند. تملک اطلاعاتی که به صورت مقاله یا کتاب روی کاغذ ثبت شده باشند سخت‌تر است. به طور مثال کپی کردن و تکثیر یک جمله نوشته شده یا یک فرمول ساده‌تر از کپی کردن یا انتشار یک ریاضیدان یا یک ابزار آزمایشگاهی پیچیده است. اطلاعات درج شده بر روی کاغذ حتی می‌تواند به شکل‌های مختلفی در آید؛ به نحوی که در برخی از اشکال آن همچنان استفاده همگان به راحتی و ممکن نباشد. کلن (۱۹۹۴) نتیجه می‌گیرد «حتی در شرایط فقدان حقوق مالکیت معنوی نیز تملک کامل ممکن است. چراکه تولیدکننده می‌تواند زیربنا و متن تسهیل‌کننده این تملک را انتخاب کند.» (Callon, 1994).

رقابتی بودن کالای علم نیز موضوع بحث میان اقتصاددانان علم است. جانسون (۱۹۷۲) نشان می‌دهد اشتراک گذاشتن علم از میزان آن نمی‌کاهد بلکه اغلب موجب افزایش آن می‌شود. از نظر او هزینه اضافی برای یک مصرف‌کننده بیشتر علم صفر است؛ بنابراین علم نمی‌تواند کالایی رقابتی باشد. دسگوپتا و دیوید (۱۹۹۴) میان دو نوع دانش آشکار و ضمنی تمایز می‌گذارند. دانش آشکار بخشی از دانش است که به صورت اطلاعات درآمده و به کُد تبدیل شده است. اطلاعات به راحتی می‌تواند میان بازیگران مبادله شود. هزینه انتقال اطلاعات، ارزیابی و ذخیره‌سازی و بازتولید آن بسیار اندک است. دانشی که به اطلاعات تبدیل شده، مثلاً یک مقاله علمی، می‌تواند به شکل نامحدودی تکثیر گردد و به تملک افرادی بسیاری درآید؛ بنابراین دانش آشکار یا کد شده کالایی غیررقابتی و استثنای پذیر هستند. دانش ضمنی به آن بخش پنهان از معرفت علمی اشاره دارد که مؤلفه‌های «خبرگی» را به وجود می‌آورد. دانش ضمنی از طریق تجربه‌های بلندمدت کسب می‌شود و انتقال آن نیز به واسطه تعالیم رو در رو توسط متخصصین به دانشجویان صورت می‌گیرد. پس کسب و انتقال دانش ضمنی هزینه‌بر است. تبدیل دانش ضمنی به دانش آشکار نیز هزینه‌های خاص خود را دارد؛ بنابراین بخش پنهان معرفت علمی رقابتی و استثنای پذیر است.

کلن (۱۹۹۴)، برخلاف جانسون، دسگوپتا و دیوید، نشان می‌دهد علم کالایی رقابتی است. کلن معتقد است علم در جایی خارج از بستر مادی که در آن مندرج گردیده وجود ندارد. او برای تشریح این موضوع به طور وسیع از دستاوردهای انسان شناس‌های علم، مانند لائور و وولگار، استفاده می‌کند. از نظر ایشان، اطلاعات علمی در مقالات، کتب و نیز در پتنت‌ها، گزارش‌ها و پیشنهادهای پژوهشی مندرج است. منظر انسان‌شناسی، علاوه بر این، اهمیت مجموعه‌های پیچیده و تو بر توی ابزارها و مواد تخصصی و نیز مهارت‌ها و تکنیک‌های مورد نیاز برای بهره‌گیری از آن‌ها را نشان می‌دهد. چون استفاده از کالای علم

تنها از طریق وارد شدن در یک شبکه پیچیده از روابط ممکن است و ورود به این شبکه پیچیده مستلزم پرداخت هزینه است، بنابراین علم کالایی است که سر استفاده از آن رقابت وجود دارد. علم از این منظر یک کالای رقابت‌پذیر است (Callon, 1994).

علاوه بر ویژگی‌های رقابتی و استثناپذیری، «عدم تعین» ویژگی مهم دیگری است که می‌توان در مورد فرایند خلق دانش به بحث گذاشت. نلسون و آرو هر دو به علم همچون یک فرایند تولید اقتصادی می‌نگرند که کالایی بنام «دانش» را به وجود می‌آورد. ایشان استدلال می‌کنند فرایند تولید دانش فرایندی نامعین و غیرقابل پیش‌بینی است.

آرو (۱۹۶۲) مفهوم عدم تعین را از اصول بنیادین اقتصاد رفاه^{۱۱} وام گرفته است. یکی از فرضیات اصلی در اقتصاد رفاه این است که توابع مطلوبیت مصرف‌کنندگان و توابع تولید در بنگاه‌ها توابع کاملاً تعریف‌شده‌ای (معینی) هستند. آرو نشان می‌دهد این فرض در مورد توابع تولید دانش صدق نمی‌کند. از نظر او عدم تعین یکی از ویژگی‌های اساسی فرایندهای تولید دانش است. فرایندهای عادی تولید متعین هستند بدین معنی که با دانستن ورودی‌های فرایند می‌توان میزان خروجی را پیش‌بینی کرد. ولی در فرایند تولید دانش هراندازه که از ورودی‌های آن مطلع باشیم بازهم پیش‌بینی یا تعیین خروجی غیرممکن است. به‌عنوان مثال تولید گندم به شرایطی مانند بارندگی یا عدم بارندگی بستگی دارد و هرگز نمی‌توان میزان خروجی آن را به‌راحتی محاسبه کرد. از نظر آرو اگر در حالتی ایده‌آل می‌توانستیم بازار احتمالی هر یک از محصولات احتمالی را داشته باشیم، آنگاه بنگاه تولیدکننده می‌تواند درآمد خود را به شکل احتمالی و به ازاء مجموعه از رخدادهای محاسبه کند. ولی در شرایط واقعی چنین بازاری برای خروجی‌های احتمالی از فرایند تولید وجود ندارد. در چنین شرایطی سرمایه‌دار حاضر به ریسک نمی‌شود و همین امر باعث عدم توزیع منابع به شکل بهینه در اقتصاد می‌گردد. منابع کمتر به سمت کالاهایی می‌رود که فرایند تولید آن‌ها عدم تعین دارد و منابع بیشتر به سمت کالاهایی با ریسک پایین جذب می‌شوند؛ بنابراین منابع مالی کمتری به تحقیقات علمی از آنجا که عدم تعین دارند اختصاص می‌یابد (Arrow, 1962).

نلسون (۱۹۵۹) تأکید می‌کند هراندازه تحقیقات علمی بنیادی‌تر باشند، درجه ناطمینانی و عدم تعین در مورد نتایج آن‌ها افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات کاربردی قابل پیش‌بینی هستند و بنگاه می‌تواند ارزش ایجادشده از ناحیه این تحقیقات را محاسبه کند؛ اما در خلال یک تحقیق بنیادی فرصت‌هایی ظهور می‌کنند که حتی نزدیک به اهداف ابتدایی تحقیق هم نیستند. همچنین گاهی اوقات در اواسط یک پروژه تحقیقاتی روشن می‌گردد که اهداف تعریف‌شده برای پروژه در ابتدای کار اساساً قابل حصول نخواهند

بود. نلسون از طریق مروری بر تاریخ علم نتیجه می‌گیرد که تحقیقات بنیادی از خلال مسیرهایی به انجام می‌رسند که کمتر قابل پیش‌بینی و کنترل هستند (Nelson, 1959).

ویژگی دیگری که آرو با استفاده از اصول اقتصاد رفاه در مورد فرایند تولید دانش به بحث می‌گذارد مفهومی به نام «تقسیم‌ناپذیری»^{۱۲} است. چنانکه گفته شد یک فرض اصلی در اقتصاد رفاه معین بودن توابع تولید و مصرف است. فرض دوم در اقتصاد رفاه این است که توابع تولید خاصیت تقسیم‌ناپذیری از خود نشان نمی‌دهند و محدب هستند. این فرض به ما می‌گوید که کالاهای مدل شده باید تقسیم‌پذیر باشند. آرو نشان می‌دهد این فرض در مورد کالاهایی مانند علم صدق نمی‌کند؛ بنابراین مدل اقتصاد رفاه در بازار کالاهایی مانند علم ناکام است (Arrow, 1962).

اطلاعات^{۱۳} کالایی تقسیم‌ناپذیر است و نمی‌توان آن را به واحدهای کوچک‌تر و متجانس تقسیم کرد و به سایر نقاط نظام اقتصادی فرستاد (مقایسه کنید با مثلاً یک تن گندم). تقسیم‌ناپذیری هم در بخش عرضه و هم در بخش تقاضای اطلاعات مشکلاتی را به وجود می‌آورد. از آنجاکه اطلاعات به واحدهای کوچک‌تر تقسیم نمی‌شود، مالک اطلاعات ناچار است یا آن را برای خود حفظ کند یا تمام آن را بفروشد؛ در حالیکه تمام عواید اقتصادی ناشی از آن مشخص نیست. ممکن است اولین خریدار اطلاعات را به محصولات پر سودی بازتولید و با هزینه‌ای کم تکثیر کند. از نظر آرو نهادهای قانونی برای مالکیت فکری نیز نمی‌توانند اطلاعات را به کالایی تملک‌پذیر تبدیل کنند. چون اطلاعات از طرق مختلف، مانند جابجایی کارگران و کارمندان، می‌تواند در میان بنگاه‌ها انتقال یابد. تقسیم‌ناپذیری اطلاعات در بخش تقاضا نیز تولید اشکال می‌کند. اول اینکه میزان استفاده از اطلاعات ربطی به میزان تولید ندارد. مثلاً همان اطلاعاتی که برای ساخت یک تلفن همراه نیاز است برای تولید میلیون‌ها تلفن همراه نیز به کار می‌رود. دوم اینکه خریدار تا زمانی که اطلاعات را به دست نیاورد نمی‌تواند ارزش واقعی آن را محاسبه کند و بر روی آن قیمت بگذارد. از آنجاکه اطلاعات تقسیم‌ناپذیر است نمی‌توان بخشی از آن را به خریدار واگذار کرد تا قیمت مطلوب خود را اعلام کند (Arrow, 1962: 616-617).

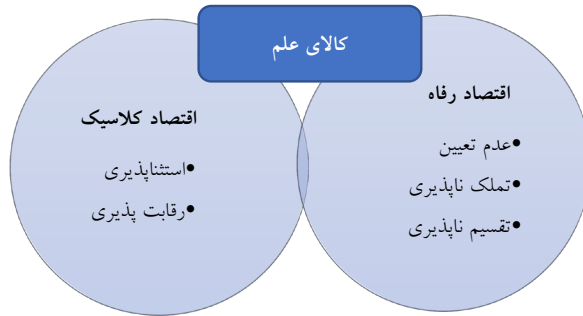
بنابراین قیمت کالای اطلاعات هرچه باشد، تقاضا برای این کالا کمتر از حد بهینه شکل می‌گیرد. در نتیجه، نوآوران و تولیدکنندگان اطلاعات برای به تملک درآوردن تمام منافع ناشی از سرمایه‌گذاری خود دچار مشکل هستند. آرو تأکید می‌کند فرایندهای نوآورانه فرایندهایی وابسته به یکدیگر و پیچیده هستند. اطلاعات گاه خروجی فعالیت‌های نوآورانه و گاه ورودی این فرایندها به حساب می‌آید. اگر قطعه‌ای از اطلاعات مستقیماً به‌عنوان ورودی یک محصول اقتصادی مورد استفاده قرار بگیرد می‌توان نتایج اقتصادی

و درآمد مترتب بر آن را محاسبه کرد؛ اما هنگامی که این پاره اطلاعات در فرایند تولید اطلاعات دیگر به عنوان ورودی استفاده می‌شوند تشخیص عوایدی که باید به آن پاره اولیه نسبت داد واقعاً دشوار می‌گردد. از این رو کالای علم علاوه بر اینکه تقسیم‌ناپذیر و فرایند تولید آن نامعین است تملک‌ناپذیر نیز می‌باشد (Arrow, 1962: 618-619).

علم پدیده‌ای چندوجهی است و تحقیق درباره‌ی علم همواره با دشواری‌های خاص خود همراه است. می‌توان روش‌های خاصی که یک دستاورد علمی از طریق آن‌ها به وجود می‌آید را مورد آزمایش قرار داد؛ می‌توان به پیامدهای اجتماعی و اخلاقی دستاوردهای علمی نگاه کرد؛ می‌توان به دنبال این مسئله بود که چه چیزی علم را علم کرده است و از غیر علم و شبه‌علم متمایز می‌سازد؛ می‌توان به هنجارهای اخلاقی و اجتماعی که در میان دانشمندان برقرار است پرداخت و بسیار جنبه‌های دیگری که از علم می‌توان مورد پرسش قرار داد و درباره‌ی آن تحقیق کرد. در این بخش تلاش شده است که به جنبه‌های اقتصادی علم پرداخته شود. علم، به مثابه یک کالا در نظر گرفته شده که ویژگی‌های اقتصادی منحصر به خود را دارد و فرایند تولید آن نیز از منظر اقتصادی قابل بررسی است. با بررسی آراء برخی اقتصاددانان و جامعه‌شناسان علم و فناوری پنج ویژگی اقتصادی درباره علم کشف گردید. از منظر اقتصاد کلاسیک استثنایپذیری و رقابتی بودن علم بررسی شد. از نقطه نظر اقتصاد رفاه ویژگی عدم تعین در فرایند تولید علم و تقسیم‌پذیری و تملک‌پذیری در مورد علم مورد ملاحظه قرار گرفت. به کمک تحلیل‌های فوق در نهایت به چارچوب نظری T1 و مدل مفهومی M1 (شکل (۳)) دست یافتیم:

چارچوب نظری T1:

- ۱- علم را می‌توان به مثابه یک کالای اقتصادی در نظر گرفت.
- ۲- ویژگی‌های زیر در مورد کالای علم یا فرایند تولید آن قابل بررسی و آزمون است:
 - استثنایپذیری و رقابت‌پذیری (اقتصاد کلاسیک علم)
 - عدم تعین، تقسیم‌پذیری و تملک‌پذیری (اقتصاد رفاه)



شکل (۳): مدل مفهومی MI برای کالای علم

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

- تحلیل اقتصادی از سرزمین ناهمگن تحقیقات علمی

تحلیل آراء اقتصاددانان علم، چارچوب نظری T1 را شکل داد. جهت پاسخ به مباحثه‌ی تجاری‌سازی تحقیقات علمی نیاز به مقدمه‌ای دیگر داریم: برونادهای علمی را می‌توان در یک مسیر طیفی از علوم بنیادی تا کاربردی قرار داد. در این بخش از مقاله ضمن معرفی این مقدمه و با استفاده از مدل مفهومی MI به دست آمده تلاش شد تا ویژگی‌های اقتصادی علم در دو سوی این طیف از تحقیقات علمی مورد بررسی قرار گیرد.

علوم بنیادی، تحقیقات بنیادی یا تحقیقات محض به پژوهش علمی گفته می‌شود که هدف از آن ارتقاء نظریات علمی برای فهم بیشتر و پیش‌بینی دقیق‌تر پدیده‌های طبیعی یا غیرطبیعی است. تحقیق بنیادی معرفت‌مبنایی درباره‌ی جهان را به‌پیش می‌راند. علوم بنیادی نظریه جدید علمی برای تبیین یک پدیده ارائه می‌دهند یا نظریات قبلی را حمایت و یا ابطال می‌کنند. این نوع از علوم و تحقیقات منبع ایده‌های علمی بسیار جدید درباره‌ی جهان هستند. تحقیقات بنیادی معمولاً اصول و نظریه‌های جدیدی ارائه می‌دهند که مستقیماً کاربردی ندارند ولی با این وجود می‌توانند مبنای پیشرفت و توسعه در زمینه‌های مختلف شوند.

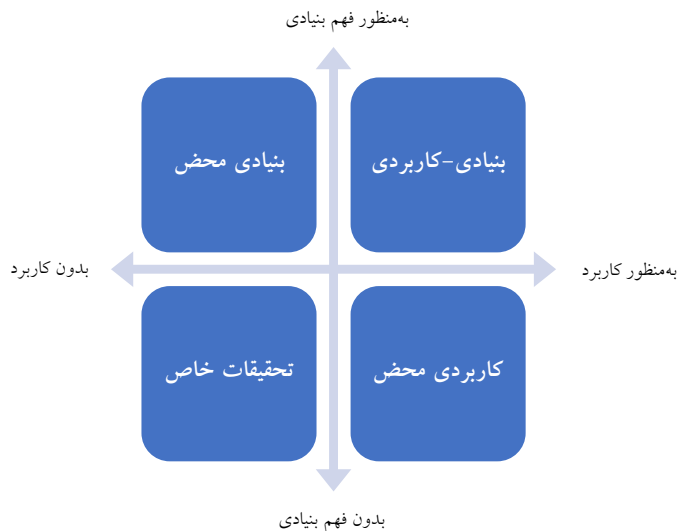
علوم کاربردی به آن دسته از علوم اطلاق می‌گردد که کاربرد معرفت علمی موجود در محیط‌های عملی مانند فناوری و نوآوری را نشان می‌دهد. علوم کاربردی قصد دارند با استفاده از فرایندها و معارف علمی به نتیجه عملی و مورد استفاده خاصی دست یابند. گستره علوم کاربردی از مهندسی و داروسازی گرفته تا آموزش کودکان را شامل می‌شود. تحقیقات کاربردی به‌منظور حل مسائل عملی به کار می‌روند و معمولاً از روش‌های تجربی استفاده می‌کنند. تحقیقات کاربردی پایان موقتی نسبت به مسئله و جهت‌دهی داده‌ای دارند؛ بنابراین ممکن است از چارچوب مفهومی موقتی مانند فرضیات کار^{۱۴} استفاده کنند. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^{۱۵} در «راهنمای فراسکاتی» که در سال ۲۰۰۲ منتشر کرد تحقیقات کاربردی را به‌عنوان دسته‌ای از

فعالیت‌های تحقیق و توسعه در کنار تحقیقات بنیادی و توسعه تجربی معرفی می‌کند. مطابق با آن، تحقیق بنیادی فعالیت نظری یا تجربی‌ای است که برای کسب دانش جدید درباره‌ی بنیان‌های زیربنایی یک موضوع یا پدیده انجام می‌شود، بدون آنکه در ابتدا کاربرد خاصی از آن مدنظر باشد. تحقیقات بنیادی ویژگی‌ها، خواص، ساختارها و روابط را باهدف فرمول‌بندی و آزمون فرضیه‌ها، نظریه‌ها یا قوانین تحلیل می‌کنند. تحقیق کاربردی مطالعه و بررسی بدیعی است که برای کسب دانش جدید انجام می‌شود؛ اما از ابتدا به سمت یک مقصد یا هدف کاربردی مشخص جهت‌گیری شده است. تحقیقات کاربردی باهدف تعیین کاربردهای ممکن برای نتایج تحقیقات بنیادی یا تعیین روش‌های جدید دستیابی به اهداف مشخص و از پیش تعیین‌شده انجام می‌شود. توسعه (تجربی) در کنار این دو گونه از تحقیق به فعالیتی نظام‌مند گفته می‌شود که با بهره‌گیری از دانش کسب‌شده از تحقیقات یا تجربه‌ی عملی انجام می‌شود؛ به آن دانش می‌افزاید و هدف از آن تولید مواد، محصولات (کالاها یا خدمات)، سامانه‌ها یا فرایندهای جدید یا بهبود مواد، محصولات، سامانه‌ها یا فرایندهای موجود است (OECD, 2002).

سه‌گانه «بنیادی، کاربردی و توسعه تجربی» در راهنمای فراسکاتی با انتقاداتی مواجه بوده است. یکی از نقدهای رایج بر این تقسیم‌بندی این است که معیار راهنمای فراسکاتی برای تمایز میان تحقیقات به میزان کافی آشکار و عینی نیست. از آنجاکه معیار مذکور بر اساس قصد پژوهشگر است، به نظر می‌رسد تمایز محوری میان «بنیادی» و «کاربردی» بیشتر به گرایش‌های ذهنی پژوهشگر بستگی دارد. علاوه بر این، پروژه‌های فردی اغلب شامل فعالیت‌هایی است که هر دو جنبه بنیادی و کاربردی را پوشش می‌دهد و با هیچ‌کدام از آن دو نوع تحقیق، بنیادی و کاربردی، منطبق نیست. در مسیر پروژه ممکن است وزنه ترازو به نفع کاربردی یا بنیادی تغییر کند؛ بنابراین این نوع از طبقه‌بندی علوم بیشتر از اینکه ذاتی آن پژوهش باشد مبتنی بر گرایش‌های پژوهشگر است (Roll-Hansen, 2009).

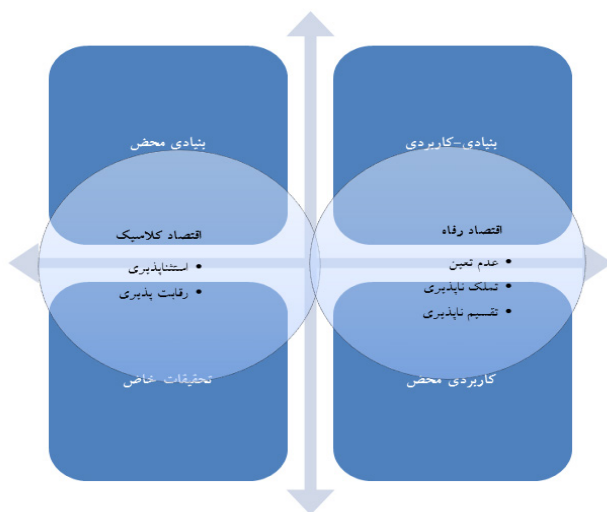
علاوه بر طبقه‌بندی‌های فوق از راهنمای فراسکاتی، دو مدل نظری رایج برای تمایز میان علوم بنیادی و کاربردی وجود دارد. مدل نخست توسط وینوار بوش^{۱۶} در دوران پس از جنگ جهانی دوم ارائه شد. بوش به دستور رئیس‌جمهور وقت آمریکا، فرانکلین روزولت، طرح علم پساجنگ را ارائه داد. او در گزارشی با عنوان «علم: مرز بی‌پایان»^{۱۷} طرحی را پیشنهاد کرد تا فرایند تخصیص بودجه علم را از گرفتاری‌های سیاسی رها سازد. گزارش بوش به ماهیت علوم بنیادی و نقش آن در خلق نوآوری می‌پردازد. دو نکته اساسی در گزارش بوش دیده می‌شود. نخست اینکه علوم بنیادی بدون در نظر داشتن نتیجه عملی پیش می‌روند. از نظر بوش علوم بنیادی تلاشی است برای یافتن قوانین کلی طبیعت جهت اینکه مرزهای فهم بنیادی بشر را گسترش دهد.

دومین نکته‌ای که بوش بر آن تأکید می‌کند نقش علوم بنیادی بر توسعه فناوری است. او فرض می‌کند نتایج تحقیقات بنیادی در یک مدلی خطی و فرایند انتقالی به تحقیقات کاربردی و محصولات فناوری تبدیل می‌شود (Bush, 1945)؛ بنابراین از نظر بوش تمایز ذاتی میان علوم کاربردی و بنیادی وجود دارد. بوش تحقیقات علمی را در یک مدل یک‌بعدی از بنیادی تا کاربردی ترسیم می‌کند. در این مدل یک‌بعدی هر میزان به سمت علوم بنیادی نزدیک‌تر شویم فهم بنیادین از طبیعت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و هر اندازه به سمت علوم کاربردی حرکت کنیم از اهمیت فهم بنیادی کاسته می‌شود و اهمیت کاربردی آن پژوهش افزایش می‌یابد. دومین مدل رایج در تمایز میان علوم بنیادی و کاربردی توسط دونالد استاکس (۱۹۹۷) ارائه شده است. استاکس، برخلاف بوش، معتقد است مدل پژوهش‌های علمی یک‌بعدی نیست. او طرحی دو بعدی از علوم ارائه می‌دهد (شکل (۴))؛ به نحوی که فهم بنیادین از طبیعت همیشه در مقابل ویژگی کاربردی تحقیقات قرار نگیرد. استاکس نمونه‌هایی را در تاریخ علم نشان می‌دهد که دانشمندان هم‌زمان دو هدف کاربرد و فهم بنیادین را دنبال می‌کنند؛ میکروبی‌شناسی پاستور، نظریه ترمودینامیکی کلین و نظریه اقتصادی کنز نمونه‌هایی از این دسته هستند؛ بنابراین او مدل یک‌بعدی بوش را به طرحی دو بعدی اصلاح می‌کند. در مدل استاکس علوم در راستای دو پارامتر «فهم بنیادی» و «کاربرد» به چهار دسته تقسیم می‌شوند که استاکس آن‌ها را یک‌چهارم پاستور، یک‌چهارم بوهر، یک‌چهارم ادیسون و تحقیقات خاص می‌نامد.



شکل (۴): مدل استاکس (M2)

هر دو مدل بوش و استاکس نشان می‌دهند فضای تحقیقات علمی، از جهت کاربردی یا بنیادی، فضای یکدست و همگن نیست (T2). نتیجه به دست آمده (T2) مقدمه‌ای است که در این مقاله برای تکمیل مدل اقتصادی علم (M1) جهت پاسخ به مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی مورد نیاز است؛ بنابراین به‌گزینش میان دو مدل نمی‌پردازیم و تحقیقات علمی در سه منطقه از مدل استاکس بررسی می‌شود. نداشت مدل استاکس (M2) بر مدل M1 نشان می‌دهد چگونه ویژگی‌های اقتصادی علم در چهارگانه استاکس تغییر می‌کند (شکل (۵)).



شکل (۵): نگاهت مدل M2 بر مدل M1

الف) استثنای‌پذیری و رقابت‌پذیری در مناطق سه‌گانه تحقیقات علمی
 میزان استثنای‌پذیری و رقابت‌پذیری کالای علم در مناطق مختلف مدل دوبعدی تحقیقات علمی (M2) تغییر می‌کند. در یک‌چهارم بوه‌ر محصولات علمی کاملاً استثنای‌ناپذیر هستند. نظریات علمی که محصول تلاش دانشمند جهت کشف قوانین طبیعت و فهم مبانی پدیدارها هستند، نمی‌توانند در یک بسته قابل تملک نگهداری شوند. هیچ مکانیسم کارایی وجود ندارد که استفاده دیگران از آن نظریات را محدود کند. گاهی این نظریات محصول فعالیت‌های شخصی یک دانشمند و سفرهای علمی او به‌منظور ارضا کنج‌کاو‌های درونی‌اش است. دانشمندان در این حالت بیشتر به دنبال این هستند تا کشف خود را سریع‌تر به ثبت برسانند و تقدم خود را نشان دهند^{۱۸}. نیوتن اندازه‌گیری‌های بسیاری را عرضه کرد تا

نشان دهد او، نه لایب نیتز، مبدع حساب است. داروین زمانی که فهمید والاس به نتایج مشابهی رسیده سریعاً کتاب «منشأ انواع» را چاپ کرد. انتشار «منشأ انواع» سبب شد نام داروین به عنوان اولین دانشمندی که نظریه انتخاب طبیعی را بیان کرده ثبت شود؛ بنابراین دانشمندان در این منطقه از سرزمین علم نه تنها به دنبال محدود کردن استفاده سایرین از نتایج خود نیستند بلکه با غرور و افتخار به دنبال انتشار سریع آن هستند. در یک چهارم بوهر، رقابتی بر سر استفاده افراد از محصولات علمی وجود ندارد. چرا که با استفاده انتشارات علمی حاصل از تحقیقات بنیادی محض از میزان آن کاسته نمی‌شود؛ بلکه پیشرفت و ارتقاء آن‌ها را نیز به همراه دارد. نظریه‌های فیزیک نیوتن، زیست‌شناسی داروین و مدل اتمی بور پس از انتشار تاکنون دستخوش تحولات عمیقی شده‌اند و نسخه‌های تکمیلی بسیاری بر آن‌ها نوشته شده است. بنابراین کالاهای علم در یک چهارم بوهر غیررقابتی و استثناپذیر هستند.

نواحی دیگر اما چنین شرایطی ندارند. اگر نگاهی به یک چهارم ادیسون بیندازیم دانشمندان را مشاهده می‌کنیم که در بخش‌های R&D یا آزمایشگاه‌های مجهز کمپانی‌های بزرگ و کوچک همچون کارمندان استخدام شده مشغول به کار هستند. قوانین مالکیت فکری به شدت قوی مانند انواع پتنت‌ها وجود دارد که هم دانشمند و هم نظریات و کشفیات او را به مالکیت شرکت در می‌آورد. محصولات علمی در این شرایط قابل استفاده برای همه نیستند. به کاربرد محصولات در بخش تحقیقات کاربردی محض هزینه‌بر است و مستلزم خرید حق مالکیت فکری از شرکت یا مرکز تحقیقاتی تولیدکننده آن است. به عنوان مثال فرمول دارویی را در نظر بگیرید که در یک آزمایشگاه کشف می‌شود و به نام آن شرکت داروسازی ثبت می‌شود. سازوکارهای لازم برای اینکه این محصول در اختیار همه قرار نگیرد وجود دارد. در ضمن استفاده شرکت رقیب از این فرمول می‌تواند سود تولیدکننده را کاهش دهد. میزان استفاده‌ی شرکت‌ها از ارزش آن می‌کاهد؛ بنابراین بنگاه‌ها بر سر استفاده آن با یکدیگر رقابت می‌کنند. نتیجه اینکه کالای علم در یک چهارم ادیسون کاملاً رقابتی و استثناپذیر است.

در فضای سوم اوضاع کمی پیچیده‌تر از دو منطقه دیگر است. در یک چهارم پاستور از آن جهت که دانشمندان به دنبال فهم بنیادین از پدیده‌ها هستند ممکن است به نظریه‌های مبنایی برسند که مانند یک چهارم بوهر نه استثناپذیر و نه رقابتی باشند. ولی از آن جهت که در این منطقه کاربرد نظریه نیز مدنظر است این احتمال وجود دارد که محصولات نوآورانه قابل تملک به دست آید. مصرف این محصولات می‌تواند با قوانین مالکیت فکری محدود شود؛ بنابراین استثناپذیری و رقابت‌پذیری در یک چهارم پاستور شرایطی ویژه دارد و وضعیت میانه نسبت به دو یک چهارم دیگر را پیدا می‌کند.

با در نظر گرفتن فضای ناهمگن تحقیقات علمی می‌توان اختلاف آراء اقتصاددانان علم را توضیح داد. در بخش سوم مقاله مشاهده کردیم که نلسون و کلن دو رأی متفاوت درباره‌ی استثنای پذیر بودن یا نبودن کالای علم دارند. نلسون از استثنای پذیر علم و کلن از استثنای پذیر آن دفاع می‌کند. نکته اینجاست که استدلال هر کدام از آن‌ها در یک منطقه خاص از تحقیقات علمی کار می‌کند. استدلال نلسون مبنی بر سرریز علم از بنگاه‌ها و عدم کارایی پتنت ناظر بر تحقیقات علمی در یک چهارم بوهر است. کلن در دفاع از استثنای پذیر علم استدلال می‌کند که استفاده محصولات علمی نیاز به متن و زیربنایی دارد که قابل تملک است. ولی از آنجاکه محصولات علمی در یک چهارم بوهر معمولاً به صورت مقاله یا کتاب منتشر می‌شوند به نظر نمی‌رسد نیاز به متن خاصی برای به کار بردن آن باشد. پس استدلال کلن در این منطقه از تحقیقات علمی کار نمی‌کند؛ بلکه تنها در یک چهارم ادیسون معتبر است. نتایج تحقیقات در این منطقه نیاز به ابزار آزمایشگاهی و متن مادی مورد نظر کلن دارند؛ بنابراین با انحصار این زمینه و متن مادی می‌توان مصرف عده‌ای را محدود کرد؛ به عبارت دیگر نتایج تحقیقات در این منطقه استثنای پذیر هستند. دیوید و دسگویتا نیز مناطق سه‌گانه مذکور در پژوهش‌های علمی را در نظر نگرفته‌اند. ایشان به تمایز میان دانش ضمنی و آشکار اشاره می‌کنند ولی به این نکته نمی‌پردازند که دانش ضمنی در هر «یک چهارم» شرایط خاص خود را دارد. دانش ضمنی در «یک چهارم بوهر» رقابتی نیست؛ چون هیچ بنگاهی تمایل به سرمایه‌گذاری بر روی آن ندارد. همچنین دانش آشکار در «یک چهارم ادیسون» استثنای پذیر است؛ چون علیرغم اینکه کد شده ولی قوانین مالکیت فکری می‌تواند از آن حمایت کند و اجازه دسترسی سایرین را منع نماید.

در نتیجه اگر تحقیقات علمی را بر اساس هدفی که دنبال می‌کنند بر روی طیفی از بنیادین تا کاربردی قرار دهیم، ویژگی‌های استثنای پذیر و رقابت‌پذیری محصولات علمی بر روی این طیف شدت و ضعف متفاوتی پیدا می‌کنند. نادیده گرفتن این امر سبب می‌شود با یک نگاه تمامیت‌خواه احکام کلی برای همه پرونده‌های علمی صادر کنیم.

ب) عدم تعین و تقسیم‌پذیری در مناطق سه‌گانه تحقیقات علمی

دو ویژگی عدم تعین و تقسیم‌پذیری نیز شرایط متفاوتی در انواع تحقیقات علمی پیدا خواهند کرد. تحقیقات علمی در یک چهارم بوهر تنها به منظور گسترش فهم بشری رخ می‌دهد. در چنین شرایطی دانشمند آزادانه و جسورانه فرضیات خود را بررسی می‌کنند. دانشمند هرگز نگران شکست نظریات نیست به همین خاطر همواره ریسک‌های بالا را می‌پذیرد؛ بنابراین فرایندهای خلق دانش در این منطقه

کاملاً نامتعیین هستند. عدم تعین اما در حوزه تحقیقات کاربردی محض کاسته می‌شود. از آنجاکه در این منطقه محققان هدفی جز حل یک مسئله کاربردی را ندارند احتمال موفقیت آن‌ها بسیار است. به‌عنوان مثال تیم تحقیق و توسعه‌ای را در نظر بگیرید که مدتی است با سرمایه‌گذاری یک بنگاه به دنبال یافتن یک نوآوری در محصولات لبنی هستند. ایشان می‌توانند با بررسی و آزمایش چندین نمونه در شرایط مختلف، مثلاً تغییر در شرایط محیطی مانند دما و فشار یا تغییر در شرایط فیزیکی شیر مانند اسیدیته و چربی، به محصول لبنی جدیدی برسند؛ بنابراین در منطقه علوم کاربردی محض حالت ایده آل آرو در مورد بازار به وجود می‌آید. در این شرایط می‌توان بازار احتمالی از محصولات احتمالی که همان نوآوری‌های کاربردی یک تحقیق هستند را در نظر گرفت. بنگاه تولیدکننده می‌تواند درآمد خود را بر اساس مجموعه‌ای از رخدادهای احتمالی محاسبه کند. به‌عبارت‌دیگر در یک‌چهارم ادیسون محصولات علمی متعیین هستند و سرمایه‌گذاری بر آن‌ها ریسک کمتری به همراه دارد. آن نوع از تحقیقات که هر دو هدف کاربردی و فهم بنیادین را دنبال می‌کنند به نظر می‌رسد معین‌تر از تحقیقات بنیادی محض باشند؛ باین‌وجود خروجی آن‌ها مانند تحقیقات کاربردی محض معین نیست.

تقسیم‌پذیری نیز شرایط مشابهی در سطوح مختلف تحقیقات علمی دارد. محصول تحقیقات علمی در یک‌چهارم بوهر معمولاً یک نظریه بنیادی است که به‌صورت کتاب یا مقاله درمی‌آید. چنین محصولی نمی‌تواند از تقسیم‌پذیری مناسبی برخوردار باشد. نظریه‌پرداز نمی‌تواند محاسبه کند چه سودی از این نظریه عاید او می‌شود و چه محصولات فناورانه‌ای از آن تولید خواهد شد. متقاضی این نظریه نیز قادر نخواهد بود هیچ قیمت مناسبی برای آن تعیین کند؛ بنابراین نتایج تحقیقات بنیادی محض به‌شدت تقسیم‌ناپذیر هستند و به مشکلات عرضه و تقاضای کالاهای تقسیم‌ناپذیر دچار می‌شوند. از سوی دیگر، در یک‌چهارم ادیسون، زمانی که تحقیقات علمی نه برای گسترش فهم بشری بلکه برای به‌کاربردن و حل مسئله‌ای در صنعت انجام می‌شوند، نتایجی به بار می‌آورند که تولیدکننده از ارزش آن آگاه است و خریدار نیز می‌داند این بخش از اطلاعات چه سودی برای او فراهم خواهد کرد. در نتیجه محصولات علمی ناشی از تحقیقات کاربردی محض تا اندازه‌ای تقسیم‌پذیر هستند و مشکلات تقاضا و عرضه برای آن‌ها به وجود نمی‌آید. تقسیم‌پذیری در یک‌چهارم پاستور اما شرایط خاص خود را دنبال می‌کند. تولیدکننده از آنجاکه اهداف کاربردی را دنبال کرده است توانایی بیشتری در قیمت‌گذاری محصولات خود نسبت به نتایج تحقیقات بنیادی محض دارد. باین‌وجود، در این بخش ممکن است نظریات بنیادین شکل بگیرد که تقاضاکننده‌ی آن دقیقاً ارزش بنگاهی آن را نتواند محاسبه کند. علاوه بر این، اطلاعات

تنها ورودی تولید محصولات نوآورانه نیستند؛ بلکه گاهی به‌عنوان ورودی اطلاعات دیگر به‌حساب می‌آیند. این ویژگی به‌خصوص به تحقیقاتی تعلق دارد که در یک‌چهارم بوهر صورت می‌گیرند. نتایج تحقیقات در این منطقه از تحقیقات علمی بندرت به شکل مستقیم در فرآیندهای تولید محصولات و خدمات اقتصادی بکار برده می‌شوند. این نتایج معمولاً مواد اولیه لازم برای فرآیندهای نوآورانه کاربردی‌تر را فراهم می‌سازند و بنابراین بسیار غیرمحمتمل است که پاداش اقتصادی مترتب بر خود را به تملک در آورند. همان‌طور که آرو متذکر می‌شود زمانی که این بخش از اطلاعات ورودی فرایند تولید اطلاعات دیگر قرار می‌گیرند تشخیص سود حاصل از آن‌ها بسیار دشوار می‌گردد؛ بنابراین مشکل تقاضا و عرضه ناشی از تقسیم‌ناپذیری محصولات علمی در یک‌چهارم بوهر به‌شدت خود را نشان می‌دهد.

۵- جمع‌بندی

موضوع تجاری‌سازی تحقیقات علمی به شکل یک مباحثه در میان محققان و اندیشمندان علم و فناوری، خواه در خارج از کشور خواه در داخل کشور، ادامه دارد. این در حالی است که سیاست‌گذاران و مسئولان اجرایی مدیریت علم و فناوری در سراسر دنیا، در عمل، به رویکرد تجاری‌سازی تن داده‌اند و آن را پذیرفته‌اند. این موضوع، در ساحت نظر، همچنان به‌عنوان یک پرسش باز باقی مانده است؛ مقالات و نوشته‌های بسیاری له و علیه تجاری‌سازی تحقیقات علمی به نگارش درآمده. در بخش پایانی مقاله به کمک چارچوب نظری که از تحلیل‌های فوق به دست آورده‌ایم یک پاسخ ممکن به این مناقشه را صورت‌بندی می‌کنیم.

مرور بر ادبیات بحث تجاری‌سازی تحقیقات علمی گواه بر این است که این مباحثه نگاهی همگن و تمامیت‌خواه به سراسر محصولات علمی دارد. در این مقاله تلاش گردید این شکاف نظری را به کمک مدل مفهومی که از اقتصاد علم بیرون کشیده شد برطرف نماییم. تحلیل آراء اقتصاددانان علم نشان داد علم کالایی اقتصادی است که پنج ویژگی اقتصادی آن را می‌توان بررسی نمود: استثنایپذیری، رقابت‌پذیری، عدم تعین، تقسیم‌پذیری و تملک‌پذیری. به کمک چارچوب نظری به‌دست آمده از این تحلیل، چارچوب نظری T1 و مدل چهارگانه استاکس درباره انواع تحقیقات علمی (T2) متوجه شدیم که ویژگی‌های اقتصادی علم در سه حالت بنیادی محض، کاربردی محض و بنیادی-کاربردی تغییر می‌کند. خلاصه نتایج به‌دست آمده را به شکل زیر (T) صورت‌بندی شدند:

چارچوب نظری T:

- ۱- مباحثه تجاری سازی تحقیقات علمی نگاه همگن و یکپارچه به تمام برون دادهای علمی دارد.
- ۲- علم را می توان به مثابه یک کالای اقتصادی در نظر گرفت و ویژگی های زیر درباره ی نتایج تحقیقات علمی یا فرایند تولید آن قابل بررسی است: استثنای پذیری، رقابتی، عدم تعین، تقسیم پذیری و تملک پذیری.
- ۳- بر اساس مدل استاکس می توانیم تحقیقات علمی را بر روی طیفی از بنیادی تا کاربردی قرار دهیم.
- ۴- ویژگی های استثنای پذیری و رقابت پذیری علم از سویه بنیادی تا کاربردی افزایش می یابد.
- ۵- فرایندهای تولید دانش در مناطق نزدیک به علوم بنیادی کاملاً نامتعین هستند و در مناطق نزدیک به علوم کاربردی متعین می باشند.

۶- تقسیم پذیری اطلاعات با نزدیک شدن به سویه کاربردی افزایش می یابد.

پیش از اینکه نشان دهیم T چگونه به یک مسئله در مباحثه تجاری سازی تحقیقات علمی پاسخ می دهد و از چه کمبودهایی برخوردار است؛ منطق و روشی که مقدمات T از آن طریق حاصل شده است را کمی توضیح می دهیم. در بخش دوم ابزار روش شناسی به کاررفته در این مقاله را توضیح دادیم. مقدمه ۱ از یک روش دیالکتیکی حاصل شده است. یکی از کاربردهای دیالکتیک رسیدن به پیش فرض های نادرست طرف مقابل است. در بخش سوم با مخاطب قرار دادن برخی موافقان و مخالفان تجاری سازی نشان دادیم استدلال های ایشان از پیش فرض گرفته اند که تمامیت علم قابل تجاری شدن هست یا نیست. برای رسیدن به این پیش فرض نادرست دلایل ایشان را تحلیل کرده و مثال های نقضی برای آن ها طرح کردیم. مقدمه ۲ را با استفاده از ابزار فروکاهش به دست آوردیم. استدلال های چند اقتصاددان برجسته علم را طرح کردیم و آراء ایشان را به پنج ویژگی اقتصادی درباره علم فروکاستیم. مقدمه ۳ مبتنی بر مدل استاکس فرض شد؛ هرچند با معرفی مدل بوش و راهنمای فراسکاتی به میزان کافی تمایز علوم از نظر کاربردی یا بنیادی مورد تأیید قرار گرفت. مقدمات ۴ و ۵ و ۶ از استدلال های قیاسی مشابهی حاصل شده اند که صورت بندی آن ها به شرح زیر است:

استدلال نخست:

- استثنای پذیری و رقابت پذیری در تحقیقات علمی افزایش می یابد اگر و تنها اگر مصرف آن نوع تحقیقات قابلیت بیشتری برای محدودیت داشته باشند و مصرف آن ها از ارزش آن ها بکاهد (تعریف استثنای پذیری و رقابت پذیری).

- مصرف تحقیقات علمی در سویه کاربردی قابلیت بیشتری برای محدودیت دارند و مصرف آن ها از ارزش آن ها می کاهد (مطابق تحلیل موجود).

استثناپذیری و رقابت‌پذیری در تحقیقات علمی در سویه کاربردی افزایش می‌یابد (مقدمه ۴).

استدلال دوم:

- فرایندهای تولید تحقیقات علمی نامتعیین هستند اگر و تنها اگر پیش‌بینی نتایج حاصل از آن تحقیقات ممکن نباشد (تعریف عدم تعین).

- پیش‌بینی نتایج حاصل از تحقیقات بنیادی بسیار دشوار است (مطابق تحلیل‌های موجود).
فرایندهای تولید تحقیقات بنیادی نامتعیین هستند (مقدمه ۵).

استدلال سوم:

- تقسیم‌پذیری اطلاعات افزایش می‌یابد اگر و تنها اگر امکان ارزش‌گذاری آن توسط عرضه‌کننده و متقاضی افزایش یابد (تعریف تقسیم‌پذیری و مشکلات عرضه و تقاضای آن).

- امکان ارزش‌گذاری در سویه کاربردی اطلاعات افزایش می‌یابد (مطابق تحلیل‌های موجود).

تقسیم‌پذیری اطلاعات در سویه کاربردی افزایش می‌یابد (مقدمه ۶).

چارچوب نظری T می‌تواند به یکی از مهم‌ترین مسئله‌های موجود در مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی پاسخ دهد. مسئله مذکور در رابطه با دخالت دولت در فرایند تخصیص بودجه برای تحقیقات علمی است. به نظر می‌رسد تجاری‌سازی تحقیقات علمی مکانیزم بازار آزاد را پذیرفته است و مدافعان آن موافق با عقب‌نشینی هرچه بیشتر دولت هستند. باین‌وجود مکانیزم بازار در مواردی مانند تولید کالای عمومی شکست می‌خورد و دولت ناچار است که در این حالات ورود کند. از این‌رو مسائل اساسی در تجاری کردن نتایج تحقیقات شکل می‌گیرد: آیا تحقیقات علمی کالای عمومی نیستند؟ بازار در تولید محصولات علمی شکست نمی‌خورد؟ آیا انواع محصولات علمی در مکانیزم بازار آزاد به میزان کافی تولید می‌شوند؟ آیا بودجه برای انواع تحقیقات علمی به میزان کافی تأمین می‌شود؟ تزه‌های T1 و T2 به همراه مدل‌های M1 و M2 ویژگی‌های اقتصادی علم را در انواع تحقیقات علمی توضیح می‌دهند. به کمک آن‌ها به این نتیجه می‌رسیم که عمومی بودن یا خصوصی بودن کالای علم در طیف بروندادهای علمی از بنیادی تا کاربردی تغییر می‌کند؛ بنابراین مسئله شکست بازار در زمینه‌های مختلف علمی صورت‌های متفاوتی پیدا می‌کند.

نتیجه منطقی تزه‌های موجود در T این است که بودجه تحقیقات بنیادی محض، یک‌چهارم بوه‌ر در مدل M2، باید توسط حکومت تأمین شود. تحقیقات بنیادی محض کالای عمومی هستند و بازار آزاد در تخصیص بودجه برای تولید آن‌ها شکست می‌خورد. نتایج تحقیقات بنیادی محض استثنائاً‌پذیر و

غیررقابتی هستند (مقدمه ۴ در T). بنگاه‌های خصوصی هرگز تمایلی برای سرمایه‌گذاری بر روی تولید این نوع کالاها ندارند. علاوه بر این، تحقیقات بنیادی محض در یک فرایند کاملاً نامتعین تولید می‌شوند (مقدمه ۵ در T). محصولات علمی در این منطقه تقسیم‌ناپذیر هستند و قیمت‌گذاری بر روی آن‌ها هم از طرف عرضه و هم از طرف تقاضا ممکن نیست (مقدمه ۶ در T)؛ بنابراین در یک فضای آزاد اقتصادی بنگاه‌ها به سمت چنین فرایندهای ریسک‌پذیری حرکت نمی‌کنند. گزاره‌های ۴ و ۵ و ۶ نتیجه می‌دهد که بازار آزاد در تولید تحقیقات بنیادی شکست می‌خورد. تحقیقات بنیادی کالای عمومی هستند و حکومت برای حمایت از آن‌ها باید به‌طور مستقیم دخالت کند و بودجه آن را تأمین نماید.

نتیجه نهایی این مقاله را می‌توان در یک ملاحظه سیاستی به پایان رساند: مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی باید ناهمگنی و غیریکنواخت بودن انواع تحقیقات علمی از لحاظ کاربردی و بنیادی را در نظر بگیرد. باید توجه داشت تمایز کاربردی و بنیادی که در این مقاله طرح شد، تنها یکی از تمایزهایی است که می‌تواند ناهمگنی تحقیقات علمی را نشان دهد. تفکیک‌های دیگر بر اساس موضوعات علمی (علوم انسانی و اجتماعی، علوم دارویی و مهندسی و...) نیز می‌توانند به‌خوبی ناهمگنی تحقیقات علمی را نشان دهند و برای مباحثه تجاری‌سازی راهگشا باشند. مطمئناً به هر میزان تفکیک‌های دقیق‌تر و جزئی‌تری از انواع علوم ارائه شود خاصیت کالایی بودن آن از منظر اقتصادی بهتر تبیین می‌شود. با این وجود در این مقاله با ذکر یک تفکیک نسبتاً بزرگ‌تر تلاش شد اهمیت انواع تحقیقات علمی و تمایز میان آن‌ها را از حیث اقتصادی و تجاری‌سازی برجسته سازد. معیارهای دقیق‌تر و تقسیم‌بندی‌های مناسب‌تر می‌تواند موضوع تحقیقات آتی قرار گیرد.

۶- مراجع

- Apple, M., 2005. Education, Markets and an Audit Culture. *Critical Quarterly* (47), pp. 11–29.
- Arrow, K. J., 1962. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. *The Rate and Direction of Inventive Activity*. National Bureau of Economic Research, Princeton: Princeton University Press.
- Brown, J.R., 2000. Privatizing the university--the new tragedy of the commons. *Science*, 290(5497), pp.1701-1702.
- Bush, V., 1945. *Science: The Endless Frontier*. <https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>.
- Callon, M., 1994. Is Science a Public Good. *Science, Technology, and Human Values*, (19), pp. 395-

424.

Dasgupta, P. & David, P. A., 1994. Toward a New Economics of Science. *Research Policy*, 23(5), pp. 487-521.

Downie, J., 2006. The Power of Money: Commercialization of Research Conducted in Public Institutions. *Journal of Otago Law Review*, 11(2), pp. 305-324.

Evans, J. A., 2010. Industry collaboration, scientific sharing, and the dissemination of knowledge. *Social Studies of Science*, 40(5), pp.757-791.

Hargreaves Heap, S., 2002. Making British Universities Accountable: In the Public Interest?. In Philip Mirowski & Esther-Mirjam Sent (eds) (2002), *Science Bought and Sold*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 387-411.

Johnson, H.G., 1972. Some economic aspects of science. *Minerva* 10(1), pp. 10-18.

Ktepe, G.D., 2004. Mechanisms for transferring university research results to industry: Licensing and university Start-up, division of innovation-LTH Lund University. Swedish Institute for Growth Policy Studies. Retrieved from http://www.innovation.lv/ino2/publications/A2004_007.pdf

Lave, R, Mirowski, P, Randalls, S., 2010. Introduction: STS and neoliberal science. *Social Study of Science*, 40(5), pp. 659-675.

McEachern, W.A., 2006. *Economics: A contemporary introduction*. Cengage Learning.

Mirowski, P & Van Horn, R., 2005. The contract research organization and the commercialization of scientific research. *Social studies of science*, 35(4), pp. 503-548.

Mirowski, P & Sent, E. M., 2008. *The commercialization of science and the response of STS*.

Narula, R., 2003. *Globalization and Technology*. Cambridge: Polity Press.

National Science Board (NSB). 2004. *Science and Engineering Indicators 2002* (Arlington, VA: National Science Foundation). Available at: www.nsf.gov/sbe/srs/seind02.

Nelson, R.R., 1959. The simple economics of basic scientific research. *Journal of political economy*, 67(3), pp.297-306.

OECD. (2002). *The Measurement of Scientific and Technological Activities Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*. Cambridge University Press.

Pestre, D. and Krige, G.J., 1997. Some thoughts on the early history of CERN.

Reamer, A., 2003. *Technology transfer and commercialization: their role in economic development*. www.eda.gov/PDF/eda_ttc.pdf.

Roll-Hansen, N. (2009). *Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science*. London School of Economics and Political Science, Contingency and Dissent in Science Project.

Rothbard, M. N., 2015. Science, technology, and government. Ludwig von Mises Institute.

Schillo, S., 2014. Commercialization and Public Good: Conflict, Complement, or Critical Component?. *Technology Innovation Management Review*, 4(7), pp. 27-37.

Sismondo, S., 2009. Ghosts in the machine: publication planning in the medical sciences. *Social Studies of Science*, 39(2), pp. 171-198.

Stokes, D.E., 2011. Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation. Brookings Institution Press.

جاهد، حسینعلی، آراسته، حمید رضا، ۱۳۹۲، عوامل برون‌سازمانی مؤثر در تجاری‌سازی نتایج پژوهشی، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۱۹ (۶۷)، صص ۶۸-۴۵.

حسنقلی پور، حکیمه، قلی‌پور، آریز، محمدی قاضی محله، مهدی، روشندل اربطانی، طاهر، ۱۳۸۹، الزامات، ضرورت‌ها و مکانیزم‌های تجاری‌سازی دانش در دانشکده‌های مدیریت، مدیریت بازرگانی، ۲(۶)، صص ۶۰-۴۱.

ذاکر صالحی، غلامرضا، ۱۳۹۵، <http://www.isna.ir/news/95022616222>

ذاکر صالحی، غلامرضا، ۱۳۹۵، <http://www.mehrnews.com/news/3614742>

سلطانی گردفرامری، حامد، تجاری‌سازی؛ عاملی مؤثر در رشد بنگاه‌های دانش‌بنیان و توسعه اقتصاد ملی، پارک فناوری پردیس.

عباسی، بدری، قلی‌پور، آریز، پیران نژاد، علی، ۱۳۸۹، پیامدهای ناخواسته تجاری‌سازی در آموزش عالی، پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۴۶، صص ۱۸۲-۱۵۵.

عباسی، بدری، قلی‌پور، آریز، دلاور، علی، جعفری، پریش، ۱۳۸۸، تحقیق کیفی پیرامون تأثیر رویکرد تجاری‌سازی بر ارزش‌های سنتی دانشگاه، سیاست علم و فناوری، ۲(۲)، صص ۷۶-۶۳.

فراستخواه، مقصود، ۱۳۹۵، <http://farasatkah.blogspot.com/1395/02/27/post-319>

فکور، بهمن، ۱۳۸۵، مروری بر مفاهیم نظری تجاری‌سازی نتایج تحقیقات، رهیافت، شماره ۳۷، صص ۳۲-۲۴.

فکور، بهمن، ۱۳۸۴، تجاری‌سازی نتایج تحقیقات، رهیافت، شماره ۳۴، صص ۵۸-۵۳.

فکور، بهمن، حاجی حسینی، حجت‌الله، ۱۳۸۷، کارآفرینی دانشگاهی و تجاری‌سازی نتایج تحقیقات در دانشگاه‌های ایران، سیاست علم و فناوری، ۱(۲)، صص ۷۰-۵۹.

قانع‌ی راد، محمدامین، ۱۳۹۴، <http://www.ana.ir/news/100194>

قانع‌ی راد، محمدامین، ۱۳۹۵، <http://www.isa.org.ir>

گودرزی، مهدی، بامداد صوفی، جهانیار، اعرابی، سید محمد؛ امیری، مقصود، ۱۳۹۰، الگوی فرایند تجاری‌سازی فناوری در مؤسسات تحقیقاتی دولتی ایران، سیاست علم و فناوری، شماره ۱۴، صص ۵۶-۴۱.

گودرزی، مهدی، بامداد صوفی، جهانیار، اعرابی، سید محمد، امیری، مقصود، ۱۳۹۲، الگوی جامع تجاری‌سازی فناوری در پژوهشگاه‌های دولتی ایران، مدیریت توسعه فناوری، شماره ۱، صص ۶۶-۳۷.

مهدی، رضا، ۱۳۸۹، توسعه تجاری‌سازی دستاوردهای علمی از طریق تحقیقات تولید نیمه‌صنعتی، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، ۲۴، صص ۳۸-۳۰.

موسوی، آرش، برادران نیکو، محمدامین، ۱۳۹۷، مباحثه تجاری‌سازی تحقیقات علمی: بازخوانی انتقادی و ترسیم مسیری

برای آینده، رهیافت، شماره ۷۱، صص ۵۳-۳۳.

ندیرخانلو، سمیرا، قلی پور، آرین، پورعزت، علی اصغر، ۱۳۸۹، تبیین موانع کارآفرینی دانشگاهی و تجاری‌سازی دانش در دانشگاه تهران، سیاست علم و فناوری، سال دوم، صص ۷۶-۶۵.

واعظی، رضا، نریمانی امیررضا، الوانی، سیدمهدی، قربانی زاده، وجه اله، ۱۳۹۶، شناسایی عوامل و موانع برون‌سازمانی دانشگاه در تجاری‌سازی پژوهش‌های علوم انسانی، فصلنامه فرایند مدیریت و توسعه، شماره ۹۹، صص ۱۱۰-۸۱.

1 The Budget Plan 2004, p133.

2 Bell Labs

3 Xerox Parc

4 IBM Yorktown Heights

5 Nat Lab

6 NATO

7 Start-Ups

8 Mertonian Tories

9 Economic Whigs

10 Arabidopsis

11 Welfare Economics

12 Indivisibility

۱۳ ارو به تمایز میان دانش، دانش کد شده یا اطلاعات و دانش ضمنی توجه چندانی ندارد؛ بنابراین این اصطلاحات در هنگام معرفی آراء ارو معادل هم در نظر گرفته شده‌اند.

14 Working Hypotheses

15 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

16 Vannevar Bush

17 Science: the Endless Frontier

۱۸ رابرت مرتون جامعه‌شناس علم نشان داد نظام پاداش دهی در علم مبتنی بر تقدم در کشف است. برای دنبال کردن بحث‌های او می‌توانید به مرتون ۱۹۵۷ و ۱۹۶۱ مراجعه کنید.