

# کنترل بهینه نظام ملی نوآوری تکنولوژیک

نویسنده: یعقوب انتظاری  
عضو هیأت علمی  
مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

## معرفی مقاله

این مقاله ضمن بیان دو مسأله ملی و نظری، نظام ملی نوآوری را تبیین و چگونگی کنترل آن را تحلیل می‌کند. هدف این مقاله، ارائه روشی برای برنامه‌ریزان به منظور تعیین راهبرد بهینه نظام است که در این راستا دانش، تکنولوژی و کالاهای سرمایه‌ای را به عنوان متغیرهای وضعیت و ساختار بازارها و اندازه شرکت، سود انتظاری مؤسسات و شرکتها و دستمزد سرمایه‌انسانی را به عنوان متغیرهای کنترل مدنظر قرار می‌دهد. حداکثر مطلوبیت مصرف کنندگان را به مثابه معیار کنترل تعریف و در نهایت نتیجه‌گیری می‌کند که اگر وضعیت ایران را با الگوی پیشنهادی مقایسه کنیم، پی می‌بریم که در ایران نظام ملی نوآوری شکل نگرفته است.

## مقدمه

این مقاله به منظور طرح دو مسأله نگاشته شده است: یکی مسأله ملی و دیگری مسأله نظری. مسأله ملی به این دلیل مدنظر قرار گرفته که در کشور ما کار علمی بسیار اندکی در موضوع اقتصاد تکنولوژی انجام شده است. در واقع، اقتصاد تکنولوژی در کشور ما یک موضوع کاملاً بیگانه است؛ در حالی که ضرورت آن هم در مرحله تحلیل و هم در مرحله توسعه بسیار احساس می‌شود. مسأله نظری نیز به این دلیل مورد توجه قرار گرفته که موضوعات جالبی در اقتصاد تکنولوژی وجود دارد که در سطح جهانی نیز به آنها پرداخته نشده است؛ اما بسیار شایسته است که پرداخته شود.

## الف - مسأله ملی

در دهه‌های آخر قبل از انقلاب شکوهمند اسلامی، دولت وقت به پشتوانه چاههای پراز نفت و قیمت بالای هربشکه نفت در آن زمان، درآمد ارزی بالایی از فروش بی‌رویه نفت به دست می‌آورد، بدون اینکه توجهی به بازسازی ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور داشته باشد. رفاه نسبتاً خوبی برای اقلیت جمعیت شهرنشین فراهم شده بود. این امر باعث وابستگی همه جانبه ایران به غرب گردیده بود. برای رهایی از این وابستگی عمیق، انقلاب اسلامی به وقوع پیوست. بنابراین، هدف اصلی انقلاب رهایی کشور از قید وابستگی‌ها بود؛ امامت‌آسفانه علی‌رغم اینکه دوده از پیروزی انقلاب اسلامی می‌گذرد، به استقلال اقتصادی قابل توجه و پایداری نرسیده‌ایم<sup>۱</sup>. ماهمچنان مواد خام صادراتی و کالاهای مصنوعی وارد می‌کنیم. عمده صادرات ایران نفت خام است که آن هم روبه‌تمام است؛ حتی اگر نفت تمام نشود، با توجه به نرخ رشد جمعیت ایران در آینده توان پاسخگویی به نیاز جمعیت انبوه آتی را نخواهد داشت، مگر اینکه هرچه زودتر تجدید نظر اساسی در ساختارهای تجاری و صنعتی کشور به عمل آید. تجدید نظر در ساختار تجارت بین‌الملل بدین معنی است که به جای صادرات مواد خام، مواد ساخته

شده را صادر کنیم. این مسأله در وضعیتی هست که اکثر کالاهای ساخت ایران قدرت رقابت با کالاهای ساخت خارج را ندارند. به عنوان مثال، هزینه سرانه ساخت خودرو در ایران بسیار بالاتر از هزینه ساخت همان خودرو در کشورهای صنعتی غربی است؛ در حالی که کیفیت خودرو ساخته شده در غرب بسیار بالاتر از خودرو ساخت ایران است. چراکه تکنولوژی تولید در کشورهای صنعتی در مقایسه با ایران بسیار پیشرفته است. تکنولوژی ایران یک تکنولوژی تقلیدی از تکنولوژی منسوخ شده غرب است. این بیانگر وابستگی نامیمون تکنولوژیک و به عبارتی استثمار فوق مدرن است<sup>۲</sup>. بنابراین، ایران برای گریز از وابستگی فقط یک راه دارد که توسعه درونزای تکنولوژی است. توسعه درونزای تکنولوژی نیز فقط یک مسیر را طی می‌کند: این مسیر از تحقیق توسعه شروع شده، از اختراع و نوآوری عبور می‌کند و به انتشار ختم می‌شود. این مسیر در هر کشوری، تنها در شرایط مناسب اقتصادی و اجتماعی شکل می‌گیرد. متأسفانه، این شرایط مناسب در حال حاضر در کشور ما وجود ندارد. فقدان این شرایط، وضعیت بسیار نامطلوبی را برای تحقیق و توسعه که بنیاد توسعه تکنولوژی است، به وجود آورده است. سهم مخارج سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در تولید ناخالص داخلی در ایران، فقط ۱۰/۳٪ است؛ در حالی که در کشورهای توسعه یافته به طور متوسط ۵٪ است. این پدیده باعث شده که اختراعات و نوآوری‌ها در کشور ما بسیار اندک باشند و تغییر تکنولوژی، بسیار کند صورت پذیرد.

از نظر نگارنده، علاوه بر شرایط اجتماعی که تحقیقات جامعی را می‌طلبد، یکسری عوامل ساختاری اقتصادی نیز وجود دارند که موجب کسادی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ایران گردیده‌اند. این عوامل نامیمون، را می‌توان با طراحی نظام ملی نوآوری و کنترل پویای آن از بین برد.

### ب - مسأله نظری

همچنانکه گفته شد، توسعه درونزای تکنولوژی در هر کشوری مبتنی بر شرایط مناسب اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی است. در این میان، شرایط اقتصادی نقش اساسی تری بازی می‌کنند؛ از جمله شرایط اقتصادی، ساختار بازار و اندازه شرکت‌هایی است که در یک نظام اقتصادی سرمایه‌گذاری و به طور آزاد فعالیت می‌کنند.

تمام اقتصاددانان بر این نکته اتفاق نظر دارند که ساختار بازار، محرک‌های مالیاتی و اندازه شرکت بر فعالیتهای نوآورانه و توسعه درونزای تکنولوژی، چه در سطح شرکت و چه در سطح کشور، نقش اساسی دارند؛ اما در اینکه ساختار بازار چگونه و اندازه شرکت به چه میزان باشد و محرک‌های مالیاتی چگونه عمل شوند، اختلاف نظر وجود دارد. بر اساس این اختلاف نظرها، سه نظریه مختلف رami توان از هم تمیز داد: ۱- نظریه‌ای که ساختار انحصاری و شرکتهای بزرگ را در توسعه فعالیتهای نوآورانه مهم می‌داند. ۲- نظریه‌ای که رقابت و شرکتهای متوسط را در توسعه فعالیتهای نوآورانه مهم تلقی می‌کند. ۳- نظریه‌ای که بدون توجه به اندازه شرکت رقابت انحصاری را اساس نوآوری می‌داند. نظریه‌ای که انحصار و شرکتهای بزرگ را در توسعه فعالیتهای نوآورانه مهم تلقی می‌کند، به شومپیترین (Schumpeterian) موسوم است. این نظریه را ابتدا شومپیتر به عنوان یک فرضیه مطرح کرد که امروزه طرفداران زیادی نیز دارد. طبق این نظریه، قدرت انحصاری، فعالیتهای نوآورانه را تحریک می‌کند. قدرت انحصاری بر دو نوع است که عبارتند از: قدرت انحصاری مورد انتظار و قدرت انحصاری واقعی (Kamien and Schwartz, 1982).

قدرت انحصاری مورد انتظار، بدین معنی است که نوآوران انتظار دارند با جلوگیری از تقلید دیگران، توانایی بهره‌مندی کامل از نتایج تحقیقات خود را در آینده داشته باشد. لذا نوآور به قدرت انحصاری بعد از نوآوری امیدوار است و می‌داند که با عایدی‌ای که به دست خواهد آورد، حداقل هزینه‌های متحمل شده در زمان حال را خواهد پوشاند؛ اما قدرت انحصار واقعی بدین معنی است که شرکت نوآور در بازار بی‌همتا است. با توجه به حجم بالای سرمایه‌های فیزیکی و انسانی، توانایی تأمین مالی بالایی دارد که می‌تواند خطر تحقیق و توسعه را از بین ببرد و به نوآوری دست بزند؛ طبق این نظریه، فعالیتهای تحقیق و توسعه و اختراع، با عدم اطمینانهای زیادی احاطه شده است؛ چرا که تحقیق و توسعه چندان هدفمند نیست. قبل از اینکه به نتیجه برسد کمتر می‌توان پیش‌بینی کرد به چه نتیجه‌ای خواهد رسید و اصلاً "به نتیجه خواهد رسید یا نه. از آن گذشته، تحقیق و توسعه نوآورانه از جمله فعالیتهایی است که دارای هزینه به حساب رفته یا Sunk Cost، یعنی هزینه‌هایی که برای انجام یک طرح به کار می‌روند و در صورت شکست طرح این هزینه را به آسانی نمی‌توان جبران کرد، است. مؤسسات مالی خارج از شرکت، تمایل چندانی به تأمین اعتبار این گونه هزینه‌ها نشان نمی‌دهند. لذا یک قدرت انحصار واقعی لازم است

که تحقیق و توسعه را از درون تأمین مالی کند (R. Harris and M. Trainor, 1995). در مقابل نظریه انحصار، نظریه رقابت مطرح می‌شود. طبق این نظریه، قدرت انحصاری انتظاری چندان جای بحث ندارد؛ اما قدرت انحصار واقعی، چرا؟ قدرت انحصار واقعی ممکن است دواثر بر فعالیتهای نوآورانه داشته باشد. اول، اثر مستقیم بر سطح معین منافع بعد از نوآوری است که توانایی انحصارگر در استفاده از منافع انحصاری جاری به جهت فراهم کردن منابع مالی داخلی و خارجی بیشتر و ارزان‌تر برای تحقیق و توسعه را شامل می‌شود (Scherer, 1980)؛ در حالی که اثر غیرمستقیم، بواسطه قدرت بازاری، سود انتظاری تنزیل شده بعد از نوآوری را افزایش می‌دهد که اثر مثبت بر مخارج تحقیق و توسعه در زمان حال دارد. از همه مهم‌تر اینکه انحصارگر حاضر، موانع ورود به بازار در آینده برپا می‌کند (Levin, 1978, Levin and Mowery, 1985) که ممکن است وضعیت انحصاری دوره حاضر برای مدت طولانی با دوام باشد و انحصارگر را در آینده حفاظت کند. به علاوه، نتایج نوآوری‌های آینده، نوآوری‌ای را که در گذشته به وسیله انحصارگر ایجاد شده بود، کامل می‌کند. لذا بیشتر از رقبا سود خواهد برد و بر آنها پیشی خواهد گرفت (Gilbert and Newberry, 1982).

اثر مستقیم مثبت، از کسانی انتظار می‌رود که انحصارگر را به عنوان مالک انواع مختلف مزیت‌های مادی ببینند؛ بویژه سود ایجاد شده در دوره جاری به وسیله قدرت انحصاری واقعی ممکن است انحصارگر را به استخدام بهترین نیروی انسانی قادر سازد؛ اما به قول جروسکی، چندین علت وجود دارند که ممکن است باعث شوند، انحصارگر واقعی با اثرات مستقیم منفی مواجه گردد (Geroski, 1990):

۱- فقدان نیروهای رقابتی فعال که در شرایط رقابت وجود دارند، ممکن است در شرایط انحصار از بین بروند؛ بدین معنی که مدیران ممکن است تمایل بیشتری به فراغت نشان دهند و کنترل امور اداری و عملیاتی شرکت را کمتر کنند و به طور دقیق‌تر موجب عدم کارایی ایکس (X) گردند.

۲- افزایش تعداد شرکتهای جستجوکننده نوآوری ممکن است احتمال به دست آوردن آن را در زمان معین افزایش دهد؛ اما در وضعیت انحصار، به دلیل کم بودن شرکتهای جستجوکننده، این احتمال اندک است.

۳- انحصارگر دوره جاری بر نوآوری‌های قبلی مبتنی است. نوآوری جدید، کمتر بازدهی

خواهد داشت؛ چراکه باید فعالیتهای و تجهیزات جدید را جایگزین فعالیتهای و تجهیزات قدیمی کند.

این امر، موجب هزینه فرصتی است که هزینه فرصت ترکیب نوآوری نامیده می‌شود (Romer, 1990). با توجه به استدلال فوق، رقابتی بودن بازار بهتر از انحصاری بودن آن است.

از طرفی، رومر بحث می‌کند که تکنولوژی، یک نهاد غیر رقابتی و به‌طور جزئی محروم‌کردنی است. این ویژگی باعث می‌شود، فرآیند واحداقتصادی (شرکت) غیرمحدب باشد. لذا رقابت‌گیرنده قیمت نمی‌تواند دوام داشته باشد. بناچار رقابت انحصاری جایگزین آن می‌گردد (Romer, 1990). همچنانکه گفته شد، در زمینه اثر اندازه شرکت بر فعالیتهای نوآوری نیز بین اقتصاددانان اختلاف نظر وجود دارد. به‌عنوان مثال، شومپتر معتقد است که بزرگ بودن شرکت منشأ بهبود تکنولوژی است؛ چراکه حمایت شرکت‌ها وقتی ممکن است که اقتصادمقیاس در فعالیتهای و عملیات آنها وجود داشته باشد. در این نوع شرکت‌ها به دلیل وجود آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه، خطر ممکن است در سطح گسترده‌تر پخش گردد و از آن گذشته این نوع شرکت‌ها بنا بر اعتباری که دارند، می‌توانند منابع مالی را با حداقل هزینه فراهم آورند (Scered, 1992). آنها همچنین توانایی بالقوه بهره‌برداری سریع از تکنولوژی جدید را دارند (Harris and Trainor, 1995).

استدلال نظر مخالف این است که وقتی شرکت‌های موجود در صنعت کوچک باشند، تعداد شرکت‌های جستجوکننده برای نوآوری زیاد می‌شود و احتمال نوآوری در دوره زمانی معین را بهبود می‌بخشد. لذا هرچه قدر شرکت کوچک‌تر باشد، نوآوری در صنعت بیشتر است. البته، نه آنقدر کوچک که شرکت‌ها نتوانند مخارج نوآوری را تأمین مالی کنند. در این مقاله، ما بدون اینکه به صحت و سقم نظریه‌های فوق بپردازیم، می‌خواهیم به جدال بین اقتصاددانان در این زمینه پایان دهیم. ما به جای اینکه قضاوت کنیم که کدام نظریه درست است، به دنبال ساختاری از بازار و اندازه‌ای از شرکت هستیم که نظام ملی نوآوری تکنولوژیک مطرح شده از قبل [انتظاری، ۱۳۷۴] را به سرمنزل مقصود برساند. ما در این مقاله، درباره کنترل بهینه نظام فوق بحث می‌کنیم و این دو مؤلفه را دو تا از مهمترین متغیرهای کنترل نظام مدنظر قرار می‌دهیم. این دو متغیر را در کنار متغیرهای دیگر طوری تعیین می‌کنیم که وضعیت نظام به وضعیت مطلوب تعیین شده برسد. این

مقاله بر مبنای مقاله نظام ملی نوآوری تکنولوژیک «انتظاری» نوشته شده است. بعد از این مقدمه طولانی، مقاله در سه بخش سازمان یافته است؛ بخش اول، دانش رابه عنوان یک کالای اقتصادی تعریف می‌کند. بخش دوم، الگویی برای کنترل بهینه نظام ملی نوآوری ارائه می‌دهد و بخش سوم، به نتیجه‌گیری می‌پردازد.

### ۱- دانش به عنوان یک کالای اقتصادی

چرا دولت و شرکتهای خصوصی به تحقیق و توسعه می‌پردازند؟ چرا مردم کودکان خود را به مدرسه می‌فرستند؟ چرا مردم مطالعه می‌کنند؟ چرا جوانان به دانشگاه می‌روند؟ برای این اعمال، دو دلیل عمده وجود دارد؛ یکی اینکه تحصیل دانش برای افراد مطلوبیت دارد و دیگر اینکه دولت، افراد و شرکتهای خصوصی انتظار دارند که از دانش و معلومات به دست آورده خود در آینده نفع مادی ببرند. اقتصاددانان، اولی را مصرف دانش می‌گویند و دومی را سرمایه دانش می‌نامند. البته، دانش نیز مانند سایر کالاها ممکن است در عین حال هم مصرفی باشد و هم سرمایه‌ای، یعنی فرد دانش را به خاطر مطلوبیتی که برایش دارد، تحصیل نماید. در عین حال، منافع مادی نیز از آن در آینده کسب کند. نمی‌توان دانشی را تصور کرد که منفعت آتی نداشته باشد. مطالعه تکه کاغذی که بر زمین افتاده نیز منافع خارجی خواهد داشت؛ هر چند که نتوان سنجید. از این رو، هر دانشی سرمایه‌ای است؛ اما ممکن است مصرفی نباشد. بهترین دانش برای یک فرد، دانشی است که هم مصرفی باشد و هم سرمایه‌ای، یعنی اینکه اولاً فرد از کسب و انباشت دانش مطلوبیت به دست آورد و هم در آینده از آن منفعت مادی کسب کند؛ اما به دلیل محدود بودن عمر انسان و منابع جامعه، بهتر است انسانها و جامعه، دانشی را کسب و انباشت کنند که بیشترین بازدهی را از آن به دست آورند.

دانش عمدتاً به وسیله افراد جامعه تولید و به دو صورت انباشته می‌گردد: یکی در وجود انسان و دیگری به صورت نوشته. دانشی که در وجود انسان انباشته می‌شود، سرمایه انسانی نامیده می‌شود که کالای اقتصادی خصوصی است؛ چرا که هم رقابتی و هم محروم کردنی است<sup>۳</sup> (Romer, 1990). دانش نوشته شده، به دو شکل متجلی می‌شود: دانش اساسی که به وسیله تحقیقات بنیادی تولید می‌گردد و دانش تکنولوژیک که به وسیله تحقیقات کاربردی انباشته می‌شود. دانش نوع اول، کالای عمومی است؛ اما دانش نوع دوم یک نوع کالای ویژه‌ای است که نه عمومی است و نه خصوصی؛ چرا که

غیررقابتی است؛ اما می‌توان جلوی استفاده دیگران از آن را گرفت. لذا کالای محروم کردنی است. دانش اساسی، مجموعه‌ای از اصول و نظریه‌هاست. در این مقاله، دانش اساسی در هر رشته تحصیلی را با نظریه اندازه‌گیری می‌کنیم. دانش تکنولوژیک، مجموعه‌ای از طرح‌های تولیدی است که بعضی از آنها تولید شده و به صورت کالای بادوام درآمده‌اند و ممکن است از رده خارج شده باشند. بعضی دیگر تولید شده‌اند و در حال حاضر نیز در حال تولید هستند. مورد اول را تکنولوژی منسوخ شده و مورد دوم را تکنولوژی موجود می‌نامیم. لذا هر مجموعه سازمان یافته از دانش کاربردی یا تکنولوژیک که به صورت طرح تولید درآمده است، تکنولوژی نامیده می‌شود. از این لحاظ، تکنولوژی را با طرح تولیدی اندازه‌گیری می‌کنیم. اصولاً، فرض ما بر این است که دانش تکنولوژیک از دانش بنیادی حاصل می‌شود. لذا نظریه‌ای جدید، تکنولوژی جدیدی را به وجود می‌آورد و تکنولوژی جدید کالای فیزیکی جدیدی را به دست می‌دهد. به عنوان مثال، در صنعت الکترونیک، تلویزیون رنگی در مقایسه با تلویزیون سیاه سفید یک کالای جدید است که ناشی از تکنولوژی جدید الکترونیکی است. این نیز به نوبه خود ناشی از نظریه جدیدی از فیزیک الکتریسته می‌باشد. این فرآیند تبدیل شدن دانش اساسی به محصول یا فرآیند تولید جدید، نوآوری تکنولوژیک نامیده می‌شود.

همچنانکه قبلاً نیز گفته شد، هر طرح تولید به عنوان معیار اندازه‌گیری تکنولوژی یک کالای غیررقابتی، اما محروم کردنی است؛ چراکه آن مستقل از شیء فیزیکی است. در حالی که تندیس تکنولوژی (کالای سرمایه‌ای) که یک کالای فیزیکی است، هم رقابتی و هم محروم کردنی است. یک طرح تولیدی را می‌توان کپی کرد و در یک زمان در چند مکان و فعالیت مورد استفاده قرارداد. اگر یک نهاد غیررقابتی ارزش تولیدی داشته باشد، آنگاه محصول نمی‌تواند بازدهی ثابت به مقیاس نسبت به تمام نهاده‌هایش که بایکدیگر در نظر گرفته می‌شوند، باشد. در این صورت، بحث استاندارد تکثیر استفاده شده در توجیه همگنی درجه یک معمول را نمی‌توان در این حالت خاص به کاربرد؛ زیرا آن تکرار که برای نهاده‌های رقابتی لازم است، برای نهاده‌های غیررقابتی ضروری نیست. از اقتصاد خرد می‌دانیم که در شرایط بازدهی ثابت به مقیاس، اگر هر یک از نهاده‌های تولید را  $\lambda$  برابر کنیم، محصول نیز  $\lambda$  برابر خواهد شد؛ اما وقتی یک نهاد غیررقابتی وارد فرآیند تولید می‌گردد، دیگر فرآیند تولید با بازدهی ثابت به مقیاس نخواهیم داشت؛ چراکه اگر هر یک از نهاده‌های رقابتی را  $\lambda$  برابر کنیم، نهاده‌های غیررقابتی



به طور خودکار  $\lambda$  برابر خواهد شد.

اگر  $F(T, X)$  فرآیند تولید رایبان کند که بستگی به نهاده‌های رقابتی  $X$  و نهاده‌های غیررقابتی  $T$  دارد، آنگاه طبق بحث تکثیر خواهیم داشت:

$$F(T, \lambda X) = \lambda F(T, X) \quad (1)$$

اما

$$F(\lambda T, \lambda X) > \lambda F(T, X) \quad (2)$$

رابطه (۲) نشان می‌دهد که  $F$  نمی‌تواند مقعر باشد، شرکتی که باین ویژگی از توابع مواجه است، ممکن است به عنوان شرکت گیرنده قیمت نتواند زنده بماند؛ چرا که اگر شرکت محصول خود را به اندازه هزینه نهایی به فروش برساند، درآمد سالانه شرکت درست معادل پرداختی به نهاده‌های رقابتی خواهد بود؛ زیرا:  $F(T, X) = X \cdot \frac{\partial F}{\partial X}$  در حالی که

$$F(T, X) < T \cdot \frac{\partial F}{\partial T} + X \cdot \frac{\partial F}{\partial X} \quad (3)$$

رابطه (۳) نشان می‌دهد که اگر شرکت به تمام نهاده به اندازه تولید نهایی شان پرداخت کند، دچار زیان خواهد شد (Nordhaus 1969, Romer 1989, 1990).  
در این مقاله، توابع تولیدی مدنظر است که حداقل یک نهاده غیررقابتی در آنها وجود دارد. لذا تحلیلهایی که انجام گرفته است، مبتنی بر شرح بالاست.

## ۲- الگو

### ۲-۱- کلیات

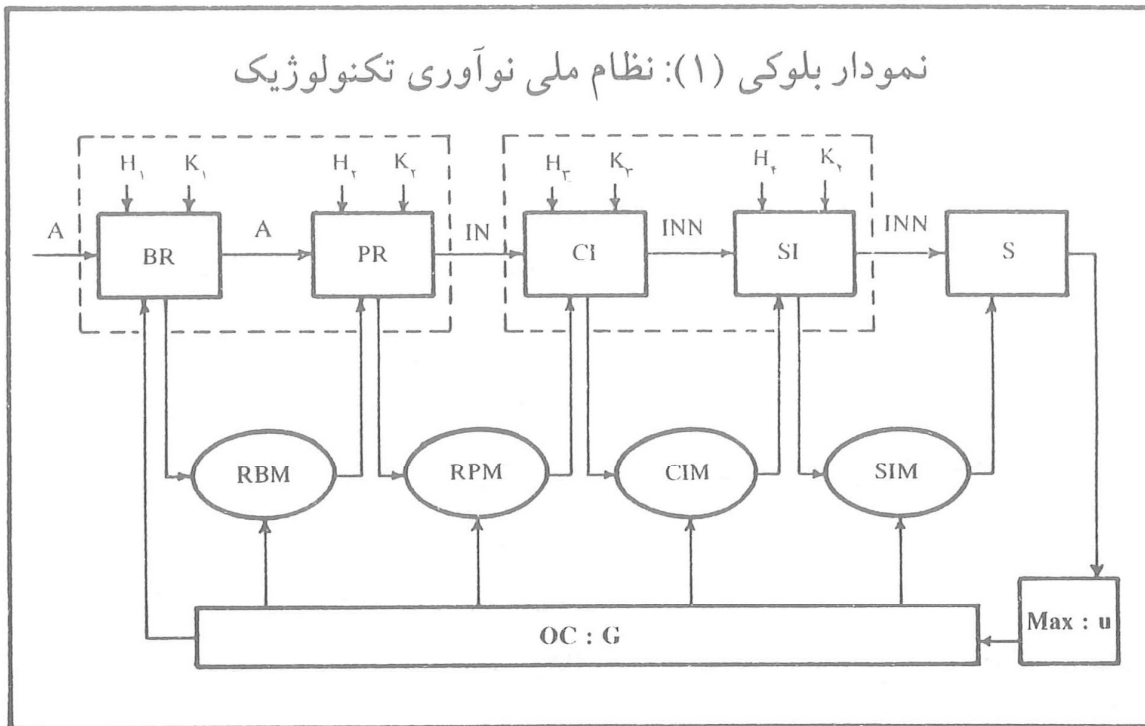
طبق تعریف، مجموعه زیرنظامها (اعضا) تحقیقات بنیادی، تحقیقات تکنولوژیک، کالاهای سرمایه‌ای، کالاهای مصرفی در تعامل پویا با یکدیگر برای رسیدن به هدف خاص سازمان یافته، نظام ملی نوآوری تکنولوژیک نامیده می‌شود. هدف این نظام تولید کالای جدید مبتنی بر علم و تکنولوژی جدید است.

زیرنظامهای نظام ملی نوآوری از دو طریق بایکدیگر رابطه برقرار می‌کنند: یکی رابطه محسوس که از طریق بازارهای مختلف شکل می‌گیرد و دیگری رابطه نامحسوس که اصطلاحاً "اثرات خارجی نامیده می‌شود. به عنوان مثال، زیرنظام تحقیقات بنیادی اثرات خارجی مثبت بر سه بخش دیگر دارد که ممکن است به صورت تبادل اطلاعات غیررسمی باشد. در این مقاله، ماچندان کاری باین رابطه نداریم، بلکه تأکید اصلی بر روابط محسوسی است که از طریق بازارهای مختلف به وجود می‌آید.

رابطه محسوس بین زیرنظامها وجود دارد. چهار بازار را نیز می‌توان تمیز داد که یکی از آنها مجازی و سه تای دیگر واقعی می‌باشند؛ اولین بازاری که می‌تواند وجود داشته باشد یا حداقل می‌توان تصور کرد و مجازی نیز می‌باشد، بازار تحقیقات بنیادی است. این بازار، یک بازار معمولی نیست، بلکه بازار کالای عمومی است که در آن، بخش خصوصی و دولت، دوطرف مبادله هستند. دولت، عرضه‌کننده و بخش خصوصی، تقاضاکننده می‌باشد. اصولاً "برای تحقیقات بنیادی که ستاده زیرنظام تحقیقات بنیادی است، نمی‌توان بازاری در نظر گرفت و قیمتی برای آن متصور شد. لکن در این مقاله، برای اینکه روابط بین بخشها با زیرنظامها را بهتر تحلیل کنیم و داده‌ها و ستاده‌های زیرنظامهای مختلف را مطلوب‌تر شناسایی کنیم، مبادله ستاده زیرنظام تحقیقات بنیادی را که بین دولت و بخش خصوصی صورت می‌گیرد، به عنوان یک بازار مجازی، در نظر می‌گیریم. در این بازار مجازی، دولت با توجه به مالیاتی که از بخش خصوصی که شامل سه بخش دیگر است دریافت می‌کند، علم و دانش نوین ارائه می‌دهد.

بازار دیگر، بازار تکنولوژی است که زیرنظام تحقیقات تکنولوژیک (تحقیق و توسعه) و بخش کالاهای سرمایه‌ای را به یکدیگر مرتبط می‌کند؛ بدین معنی که زیرنظام تحقیقات تکنولوژیک که تکنولوژی تولید می‌کند، از طریق بازار آزاد به زیرنظام، کالاهای سرمایه‌ای می‌فروشد. زیرنظام، کالاهای سرمایه‌ای تکنولوژی را که از زیرنظام تحقیقات تکنولوژی خریداری نموده، کالای سرمایه‌ای یا تندیس تکنولوژی، تولید می‌کند و آن را از طریق بازاری تحت عنوان بازار تندیس تکنولوژی در اختیار زیرنظام کالاهای مصرفی قرار می‌دهد. این بخش نیز به وسیله تندیس تکنولوژی فوق، کالای مصرفی تولید و به مصرف‌کنندگان نهایی عرضه می‌کند.

نمودار بلوکی (۱): نظام ملی نوآوری تکنولوژیک



- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| RBM = بازار تحقیقات بنیادی                 | A = دانش موجود              |
| RPM = بازار تحقیقات کاربردی                | H = سرمایه انسانی           |
| CIM = بازار کالای سرمایه‌ای                | K = سرمایه فیزیکی           |
| SIM = بازار کالای مصرفی                    | BR = تحقیقات بنیادی         |
| IN = اختراع                                | PR = تحقیقات کاربردی        |
| INN = نوآوری کالاهای سرمایه‌ای             | CI = صنعت کالاهای سرمایه‌ای |
| INN <sub>1</sub> = نوآوری در کالاهای مصرفی | SI = صنعت کالاهای مصرفی     |
| Max:u = حداکثر مطلوبیت                     | S = مصرف                    |
| OC:G = کنترل بهینه بوسیله دولت             |                             |

- دولت به عنوان یک زیرنظام نظام اقتصادی در نظام ملی نوآوری سه نقش اساسی دارد:
- ۱- به عنوان یک زیرنظام نظام ملی نوآوری، تحقیقات بنیادی را که یک نوع کالای عمومی است، تولید می‌کند.
  - ۲- به عنوان تولیدکننده کالاهای عمومی، تحقیقات بنیادی (علم) تکنولوژی تقاضا می‌کند و آنها را از نظر تکنولوژیک توسعه می‌دهد.
  - ۳- به عنوان مدیر نظام ملی نوآوری، آن را به طور بهینه کنترل می‌کند. لذا دولت با توجه به ساختار و کارکرد چهار بازار تحقیقات بنیادی، تحقیقات تکنولوژیک، کالاهای سرمایه‌ای و کالاهای مصرفی، طوری متغیرهای سیاستی رادستکاری می‌کند و تغییر می‌دهد که نظام همواره از وضعیت موجود در جهت وضعیت مطلوب حرکت کند. بنابراین، دولت همواره به دنبال راهبرد بهینه است.
- در ادامه بحث، کارکرد هر یک از بازارهای فوق را تحلیل و الگویی را که دولت مطابق با آن می‌تواند نظام ملی نوآوری را به صورت بهینه کنترل کند، بررسی می‌کنیم.

## ۲-۲- بازار علم:

همچنانکه گفته شد، بازار علم (تحقیقات بنیادی) بازار معمولی نیست، بلکه بازار کالای عمومی است که در آن دولت تنها عرضه کننده است که آن را در قبال دریافت مالیات ثابت در اختیار تقاضاکنندگان حقوقی بسیاری قرار می‌دهد. در اینجای برای سادگی الگو فرض می‌شود، عمده تقاضاکنندگان علم که محصول زیرنظام تحقیقات بنیادی می‌باشند، مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک هستند. دولت به میزانی علم جدید، تولید و عرضه می‌کند که بتواند مخارج آن را از طریق مالیات جبران کند. اگر برای تولید علم از هر منبع دیگری استفاده کند، در واقع، به سایر زیر نظامها کمک می‌کند. زیرنظام تحقیقات بنیادی که متصدی آن دولت است، به عنوان یک نظام، سرمایه‌انسانی، دانش اولیه و سرمایه مالی را به منزله نهاد می‌گیرد و علم جدید تولید می‌کند. نهاد اساسی در این نظام، سرمایه انسانی متفکر است. این مسأله را به زبان کلی ریاضی به صورت رابطه (۴) می‌توان نوشت:

(Romer 1990, Adams, J.D 1990, Adams 1993, Adams and Sueikauskas (1992), Burnside 1996, Klenow 1996)

$$\dot{A}(t) = A[H_{ih}(t), X(t), A(t)] \quad (۴)$$

در رابطه (۴):

$$\dot{A}(t) = \frac{dA(t)}{dt} = \text{تغییر دانش} = \text{دانش جدید با علم جدید}$$

$$H_{ih}(t) = \text{سرمایه انسانی متفکر (نفر ساعت)}$$

$$A(t) = \text{دانش موجود (نظریه)}$$

$$X(t) = \text{سرمایه مالی (ریالی)}$$

اصولاً "دولت برای تولید محصول فوق، مطابق یک تابع تولید خاص، هزینه‌ای را که از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود، متحمل می‌گردد:

$$C_i(t) = P_H(t)H_{ih}(t) + P_X X(t) \quad (۵)$$

بافرض اینکه دولت نهاده‌های سرمایه‌مالی و سرمایه‌انسانی را به ترتیب بانرخهای  $P_H(t)$  و  $P_X(t)$  از بازارهای رقابتی خرید و نیز مانند هر بنگاه اقتصادی بهینه عمل می‌کند، می‌توان تابع عرضه علم یا دانش جدید را با حداقل کردن هزینه نسبت به قید تولید استخراج کرد که تابعی قیمت‌های  $P_H(t), P_X(t)$  و موجودی جاری دانش است؛ یعنی؛

$$S\dot{A}(t) = S(P_H(t), P_X(t), P\dot{A}(t), A(t)) \quad (۶)$$

همچنانکه از رابطه (۶) مشهود است، عرضه دانش جدید، به نرخ مالیات دریافتی از استفاده‌کنندگان دانش که مساوی هزینه نهایی تولید دانش جدید است، بستگی دارد. هر اندازه مالیات دریافتی بیشتر باشد، تولید و عرضه دانش بیشتر خواهد بود؛ اما با افزایش قیمت نهاده‌ها به دلیل افزایش هزینه تولید دانش جدید، عرضه آن کاهش می‌یابد. از طرفی، هر اندازه میزان دانش اولیه زیاد باشد، تولید دانش جدید بیشتر خواهد بود. در اینجا باید به این نکته توجه داشت که سیاست مالیات به عنوان ابزاری در دست دولت است که به کمک آن می‌تواند به گسترش تحقیق و توسعه تحرک بخشد ( محرک‌های مالیاتی)؛ اما در طرف تقاضای دانش جدید، مسأله فرق می‌کند. از آنجایی که محصول

تحقیقات بنیادی یک کالای عمومی است، مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک در خرید آن به نرخ مالیات کمتر حساسیت نشان می‌دهند؛ چراکه مؤسسات چه از دانش جدید استفاده کنند و چه استفاده نکنند، کماکان باید بدان مالیات پرداخت کنند و ممکن است بدون پرداخت مالیات نیز از دانش جدید استفاده نمایند. بنابراین، آنها سعی می‌کنند از دانش جدید استفاده کنند بدون اینکه توجهی به مالیات داشته باشند. علم جدید برای یک مؤسسه خاص مصداق همه یا هیچ دارد؛ یعنی یادانش جدید را تقاضا می‌کند یا تقاضا نمی‌کند. کم و یا زیاد تقاضا کردن، معنی ندارد. چه تقاضا بکند و چه تقاضا نکند، باید مالیات را پرداخت کند؛ اما در کل اقتصاد، تقاضای دانش جدید به نرخ مالیات بستگی دارد؛ چراکه ممکن است با افزایش نرخ مالیات، بعضی از مؤسسات از فعالیت تحقیقات تکنولوژیک دست بکشند. لذا تابع تقاضای دانش جدید برای کل اقتصاد یک تابع یاشیب منفی نسبت به نرخ مالیات است. بنابراین، اگر  $D\dot{A}$  میزان دانش جدید یا تعداد مؤسساتی که دانش جدید را تقاضا می‌کنند، باشد و اگر  $P\dot{A}(t)$  نرخ مالیات بر فعالیت مؤسسات باشد، تابع تقاضای کل، به صورت رابطه (۷) خواهد بود:

$$D\dot{A} = D(P\dot{A}) \quad (۷)$$

$$\frac{dD\dot{A}}{dP\dot{A}} < 0$$

در سطح مؤسسه خاص علاوه بر قیمت دانش جدید (نرخ مالیات) که در تابع تقاضای تکنولوژی ثابت است، عوامل دیگری مانند ساختار بازار، اندازه مؤسسه و سودانتظاری مؤسسه از استفاده دانش جدید، به طور برونزا، بر تقاضای دانش جدید توسط مؤسسه خاص تأثیر می‌گذارند؛ یعنی:

$$d\dot{A}(t) = d(P\dot{A}, S_1, Z_1, \pi^e) \quad (۸)$$

در رابطه (۸)

$d\dot{A}(t)$  = تقاضای انفرادی دانش جدید که معادل صفر (۰) یا ۱ است.

$S_1$  = ساختار بازار تکنولوژی

$Z_1$  = اندازه مؤسسات تکنولوژیک

$\pi_1^e =$  سودانتظاری ناشی از استفاده از دانش جدید

بافرض اینکه بازار دانش جدید در تعادل باشد، یعنی در  $P_A^E, S_A^E(t), D_A^E(t)$ ، باتلفیق توابع عرضه (۶) و تقاضای (۸) رابطه (۹) حاصل می شود که معادله اول، وضعیت نظام خوانده می شود:

$$\dot{A}(t) = A[P_h(t), P_x(t), A(t), S_1(t), Z_1(t), \pi_1^e(t)] \quad (9)$$

در این معادله، حرکت، فقط  $A(t)$  متغیر وضعیت است؛ بقیه متغیرهای موجود در معادله وضعیت فوق، متغیرهای کنترل می باشند. به دلیل اینکه تمام اجزای نظام برهم تأثیر می گذارند، متغیرهای وضعیت دیگری نیز باید در آن وجود داشته باشد؛ لکن آنها بعد از معرفی تمام معادلات وضعیت سیستم، لحاظ خواهند شد.

### ۲-۳- بازار تکنولوژی:

همچنانکه قبلاً نیز گفته شد، تکنولوژی نه کالای عمومی و نه کالای خصوصی است؛ بلکه کالای خاصی است که بازار خاصی هم برای آن وجود دارد. در قسمت عرضه این بازار، مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک وجود دارند که دانش جدید را از زیر نظام تحقیقات بنیادی به عنوان یک نهاده تقاضا می کنند و آن را به وسیله سایر نهاده ها به تکنولوژی تبدیل و به زیرنظام کالاهای سرمایه ای عرضه می نمایند. دانش جدید برای مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک در حکم مواد خام است؛ همچنانکه سنگ آهن برای کارخانه های فولادسازی مواد خام می باشد.

البته، بازار تکنولوژی وقتی قابل تصور است که مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک، از شرکتهای تولید کننده کالای سرمایه ای جدا باشند. در غیر این صورت، فقط بازار بین المللی تکنولوژی قابل تصور است؛ اما با فرض اینکه مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک و شرکتهای تولید کننده کالاهای سرمایه ای، از یکدیگر جدا باشند و با فرض اینکه تکنولوژی جدید با طرح تولید (محصول یافرایند) اندازه گیری شود، می توان تابع مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک برای تولید تکنولوژی جدید و یا ایجاد تغییر در تکنولوژی، سرمایه انسانی، سرمایه مالی و تکنولوژی موجود را به عنوان نهاده و دانش

جدید را به عنوان مواد خام به کارگرفت؛ یعنی:

$$T^{\circ}(t) = T(H(t), X(t), \dot{A}(t), T(t)) \quad (10)$$

مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک، تکنولوژی جدید را با هزینه‌ای که به سرمایه انسانی، سرمایه مالی، مالیات پرداخت می‌کنند، تولید می‌نمایند، یعنی:

$$C_T(t) = P_H(t) \cdot H(t) + P_X X(t) + P_A \dot{A}(t), \quad (11)$$

مؤسسات تکنولوژیک برای رسیدن به کارآیی، هزینه تولید را نسبت به قید تولید حداکثر می‌کنند. با توجه به این امر، تابع عرضه تکنولوژی را می‌توان استخراج کرد که تابعی از قیمت نهاده‌ها، تکنولوژی موجود و قیمت دانش جدید است:

$$S_t(t) = S(P_H(t), P_X(t), T(t), P_A(t)) \quad (12)$$

قیمت دانش جدید، مقداری ثابت است که چندان بر عرضه تکنولوژی جدید تأثیر ندارد؛ اما عرضه تکنولوژی جدید نسبت به  $P_H(t)$  و  $P_X(t)$  نزولی و نسبت به  $T(t)$  صعودی است.

در بخش تقاضای تکنولوژی، شرکتهای تولید کننده کالاهای سرمایه‌ای وجود دارند که به دنبال حداکثر سود هستند. اگر تکنولوژی یک نهاده عادی بود، شرکت خاص از آن به اندازه‌ای تقاضا می‌کرد که سود خود را به حداکثر برساند؛ اما به دلیل اینکه تکنولوژی یک نهاده غیر رقابتی و محروم کردنی است، شرکت خاص بسته به قیمت آن، یا آن را می‌خرد یا نمی‌خرد، حالت بینابینی وجود ندارد. لذا تابع تقاضای شرکت خاص برای تکنولوژی جدید مانند دانش جدید مصداق همه یا هیچ دارد. از این رو، تقاضای شرکت خاص نسبت به قیمت آن حساس نیست؛ اما اگر کل زیر نظام تولید کالای سرمایه‌ای مدنظر باشد، تعداد خریداران تکنولوژی به قیمت آن حساس خواهد بود. هر چقدر قیمت تکنولوژی جدید پایین باشد، تقاضا کنندگان آن بیشتر خواهند شد.

برای خرید تکنولوژی جدید توسط شرکتهای خاص، علاوه بر قیمت پایین آن،



عوامل برونزای دیگری، مانند ساختار بازار کالاهای سرمایه‌ای ( $S_T$ )، اندازه شرکت ( $Z_T$ ) و سود انتظاری ( $\pi_T^e$ ) ناشی از خرید تکنولوژی جدید مؤثر هستند:

$$D_T^\circ = D(P_T(t), \pi_T^e(t), Z_T(t), S_T(t)) \quad (13)$$

در رابطه فوق،  $D_T^\circ$  فقط دو مقدار می‌گیرد. در واقع، عوامل فوق فقط بر احتمال خرید تکنولوژی تأثیر گذار هستند.

بافرض اینکه بازار تکنولوژی در تعادل پویا باشد، یعنی در  $D_T^\circ = S_T^\circ, P_T^\circ(t)$  برقرار باشد، باتلفیق روابط (۱۲) و (۱۳) می‌توان رابطه (۱۴) را به دست آورد:

$$T^\circ = T(P_H(t), P_X(t), T(t), \dot{A}(t), Z_T(t), S_T(t), \pi_T^e(t)) \quad (14)$$

این رابطه، معادله دوم وضعیت نظام ملی نوآوری تکنولوژیک است که در آن  $A(t)$  و  $T(t)$  متغیرهای وضعیت و بقیه متغیرهای کنترل می‌باشند.

#### ۲-۴- بازار تندیس تکنولوژی (کالای سرمایه‌ای)

طرفین مبادله در بازار تندیس تکنولوژی، شرکتهای تولید کننده کالاهای سرمایه‌ای و شرکتهای تولید کننده کالاهای مصرفی هستند. در بخش عرضه بازار، شرکتهای تولید کننده کالاهای سرمایه‌ای نهاده‌هایی، چون سرمایه انسانی، سرمایه مالی و تکنولوژی جدید را به کار گرفته، تندیس تکنولوژی را تولید و عرضه می‌کنند. این گونه شرکتهای، به میزانی تندیس تکنولوژی را عرضه می‌کنند که سود آنها به حداکثر برسد.

بنابراین، اگر تابع تولید یک شرکت تولید کننده تندیس تکنولوژی، به صورت رابطه (۱۵) باشد و خط هزینه آن به صورت رابطه (۱۶) باشد، باحل مسأله بهینه‌یابی این شرکت می‌توان تابع عرضه کالای سرمایه‌ای آن را استخراج کرد:

$$\frac{dk(t)}{dt} = \dot{K}_1 = K(X(t), H(t), T(t)) \quad (15)$$

$$C_C(t) = P_X(t) X(t) + P_H(t) H(t) + P_T \dot{T}(t) \quad (16)$$

تابع عرضه تولید کننده کالای سرمایه‌ای خاص که به صورت رابطه (۱۷) است، تابعی از قیمت نهاده‌های سرمایه انسانی، سرمایه مالی و تکنولوژی و تندیس تکنولوژی است:

$$S_{K_1}^{\circ} = S(P_X(t), P_H(t), P_K(t), P_T^{\circ}(t)) \quad (17)$$

$$\frac{\partial S_{K_1}^{\circ}}{\partial P_T^{\circ}(t)} < \frac{\partial S_{K_1}^{\circ}}{\partial P_K(t)} < \frac{\partial S_{K_1}^{\circ}}{\partial P_H(t)} < \frac{\partial S_{K_1}^{\circ}}{\partial P_X(t)} >$$

رابطه (۱۷) نشان می‌دهد که عرضه تندیس تکنولوژی، نسبت به قیمت نهاده‌های تولید، نزولی، ولی نسبت به قیمت تندیس تکنولوژی، صعودی می‌باشد.

در بخش تقاضای بازار تندیس تکنولوژی، شرکت‌های تولید کننده کالاهای مصرفی وجود دارند که برای تولید و عرضه کالای مصرفی، از نهاده‌هایی مانند سرمایه انسانی، سرمایه مالی و از جمله تندیس تکنولوژی استفاده می‌کنند. این شرکت‌ها، تندیس تکنولوژی را از بازار آن تقاضا می‌کنند. الگوی تقاضای آنها بر مبنای حداکثر سودی است که در طلب آن هستند. لذا اگر تابع سود یک شرکت تولید کننده نمونه به صورت رابطه (۱۸) باشد، بامشتق‌گیری برخی از آن نسبت به هر یک از نهاده‌ها و حل دستگاه معادلات به دست آمده بر حسب نهاده‌ها، تابع تقاضای هر یک از نهاده و از جمله تابع تقاضای تندیس تکنولوژی رامی‌توان استخراج کرد:

$$C^{\circ}(t) = C(K_1^{\circ}(t), H(t), X(t))$$

$$R = P_C C^{\circ}(t) - P_X(t) \cdot X_e(t) - P_H(t) H_e(t) - P_K(t) K(t) \quad (18)$$

$$\frac{\partial R(t)}{\partial K_1^{\circ}(t)} = \circ \quad \frac{\partial R(t)}{\partial H(t)} = \circ \quad \frac{\partial R(t)}{\partial X(t)} = \circ$$

تابع تقاضایی که بدین ترتیب استخراج می‌شود، تابعی خواهد بود از قیمت نهاده‌های تندیس تکنولوژی  $P$ ، سرمایه انسانی  $P_H$ ، سرمایه مالی  $P_X$ ، علاوه بر این عوامل، عوامل برونزای دیگری، مانند ساختار بازار کالای مصرفی و اندازه شرکت‌ها و سود انتظاری ناشی از خرید تندیس تکنولوژی، بر تقاضای تندیس تکنولوژی مؤثر خواهند بود:

$$DK_i = K(P_X(t), P_H(t), P_K(t), S_\gamma(t), Z_\gamma(t), \pi_\gamma^e(t)) \quad (19)$$

باتلفیق روابط (۱۹) و (۱۷) می‌توان معادله وضعیت سوم نظام ملی نوآوری را به دست آورد؛ البته با این فرض که در سطح قیمت  $P_K(t)$  بازار تندیس تکنولوژی در تعادل پویا باشد:

$$\frac{dK}{dt} = K(P_X(t), P_H(t), K(t), S_\gamma(t), Z_\gamma(t), \pi_\gamma^e(t)) \quad (20)$$

در این معادله  $K(t)$  متغیر وضعیت و سایر متغیرها متغیرهای کنترل می‌باشد. همچنانکه گفته شد، تمام زیر نظامهای نظام ملی نوآوری برای رسیدن به تولید مطلوب سازمان یافته‌اند. هدف مرکز برنامه‌ریزی نظام اقتصادی در رابطه با نظام ملی نوآوری حداکثر مطلوبیت مصرف کنندگان از مصرف کالای مصرفی جدید تولید شده در اقتصاد است. این هدف، معیار بسیار مناسبی برای کنترل نظام ملی نوآوری است. لذا بایک مسأله کنترل بهینه مواجه هستیم.

#### ۲-۵- مسأله کنترل بهینه

باعنایت به معادلات وضعیت استخراج شده و معیاری که تعریف گردید، می‌توان مسأله کنترل بهینه را به صورت زیر فرموله کرد:

$$\text{Max} J = \int_0^{\infty} u(C(t)) e^{st} dt$$

$$\dot{A}(t) = f_1 [S_1(t), Z_1(t), \pi_1^e(t), P_H(t), A(t), T(t), K(t)]$$

$$\dot{T}(t) = f_2 [S_2(t), Z_2(t), \pi_2^e(t), P_H(t), A(t), T(t), K(t)]$$

$$\dot{K}(t) = f_3 [S_3(t), Z_3(t), \pi_3^e(t), P_H(t), A(t), T(t), K(t)]$$

$$C(t) = y(t) - \dot{K}(t) - \dot{T}(t) - \dot{A}(t) \quad (21)$$

معادلات وضعیت بالا بادو ملاحظه مهم تجدید ساختار شده معادلات (۹) و (۱۴) و

(۲۰) هستند.

یکی اینکه به دلیل رابطه متقابل زیر نظامهای نظام ملی نوآوری و اثر نامحسوس آنها بر یکدیگر، در تولید علم جدید، علاوه بر دانش موجود، تکنولوژی و تندیس تکنولوژی موجود نیز تأثیر دارند. همچنین، در تولید تکنولوژی جدید، علاوه بر تکنولوژی موجود، بر تندیس تکنولوژی و دانش موجود نیز تأثیر می‌گذارند و همچنین تولید تندیس تکنولوژی جدید علاوه بر تندیس تکنولوژی موجود، از دانش و تکنولوژی موجود تأثیر می‌پذیرند.

دیگر اینکه فرض شده، قیمت سرمایه مالی در طول زمان ثابت باقی می‌ماند و قیمت سرمایه انسانی در تمام بازارها ثابت است.

فرض برای این است که نظام ملی نوآوری در وضعیت  $[A(0), T_0(0), K_0(0)]$  قرار دارد که لزوماً وضعیت مطلوبی نیست و سعی مرکز برنامه‌ریزی بر آن است که وضعیت نظام را به سمت  $[A_b(t), T_b(t), K_b(t)]$  که یک وضعیت مطلوب است، سوق دهد.<sup>۴</sup>

### ۳- نتیجه‌گیری

طبق آنچه شرح داده شد، در یک نظام اقتصادی، نظام ملی نوآوری را می‌توان چنین تعریف و تصور کرد که دارای چهار زیر نظام تحقیقات بنیادی، تحقیقات تکنولوژیک، کالاهای سرمایه‌ای یا تندیس تکنولوژی و کالاهای مصرفی است. این زیر نظامها، به طور محسوس، از طریق پایانه‌ای به نام بازار بایکدیگر رابطه برقرار می‌کنند. از روی این پایانه‌ها، معادلاتی را می‌توان استخراج کرد که به معادلات حرکت وضعیت نظام موسوم شده‌اند. این معادلات، حرکت نظام و تغییر وضعیت آن را در هر لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهند. در این معادلات، دو نوع متغیر قابل تصور است که عبارتند از: متغیرهای وضعیت و متغیرهای کنترل؛ متغیرهای وضعیت، عبارتند از: دانش، تکنولوژی و تندیس تکنولوژی و متغیرهای کنترل نیز شامل ساختار بازار، اندازه شرکت، سود انتظاری حاصل از دانش جدید، تکنولوژی و کالاهای سرمایه‌ای جدید، دستمزد سرمایه انسانی و محرکهای مالیاتی هستند. دولت برای هدایت نظام ملی نوآوری از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب، به عبارت دقیقتر، توسعه دانش، تکنولوژی و کالاهای سرمایه‌ای تا هدف تعیین شده، لازم است متغیرهایی مانند، ساختار بازارها، اندازه شرکتها

و مؤسسات تحقیقات تکنولوژیک رابه نحوی تغییر دهد که هدف مورد نظر محقق گردد؛ اما آیا فقط باتغییر متغیرهای کنترل فوق به دلخواه، نظام از مسیر درست به طرف وضعیت مطلوب تعیین شده حرکت خواهد کرد؟ پاسخ این پرسش، منفی است؛ چراکه ماباید برای عمل، یک معیار داشته باشیم و طبق آن معیار حرکت کنیم؛ همچنانکه در متن مقاله گفته شد، معیار کنترل نظام ملی نوآوری، حداکثر مطلوبیت مصرف کنندگان کالاهای مصرفی است. این باعث می شود که مرکز برنامه ریزی وضعیت مطلوب را با راهبرد بهینه دنبال کند.

باتوجه به مطالب فوق، اگر نظری گذرا به وضعیت نظام اقتصادی ایران بیندازیم، می توانیم اظهار کنیم که حداقل به سه دلیل نظام ملی نوآوری در ایران شکل نگرفته است و نمی توان آن را کنترل کرد:

۱- در نظام اقتصادی ایران، تمام اجزای نظام، موجود هستند؛ یعنی تحقیقات بنیادی (هرچند به صورت ضعیف) وجود دارد و تحقیقات تکنولوژیک (هرچند به شکل ضعیف) و بخش کالاهای سرمایه و مصرفی نیز موجود هستند؛ اما این اجزا بایکدیگر درارتباط نیستند؛ چراکه علمی که درکشور وجود دارد، اکثراً" به صورت کتاب از کشورهای پیشرفته وارد گردیده اند. در حال حاضر نیز در توسعه آن سهم قابل اغماض داریم. در مورد تکنولوژی نیز این امر مصداق دارد. در ایران نه تنها نظریه ای که در داخل شکل می گیرد، به تکنولوژی تبدیل نمی شود، بلکه نظریه هایی هم که از خارج وارد شده اند، به تکنولوژی تبدیل نمی شوند. بنابراین، کالاهای سرمایه ای که در ایران تولید می شوند، ناشی از علم و تکنولوژی داخلی نیستند. در واقع، هریک از عوامل فوق به طور مستقل از هم وارد می شوند و هیچ گاه در داخل نیز رابطه برقرار نمی کنند.

۲- در ایران مرکزی برای شکل دهی به این نظام و کنترل آن وجود ندارد.

۳- معیاری هم برای کنترل نظام نیست؛ چراکه درکشور اصلاً" به مصرف کننده و حداکثر مطلوبیت او اهمیت داده نمی شود و معیار دیگری نیز شناخته شده نیست (حداقل در علم اقتصاد شناخته شده نیست).

## □ پی‌نویسها:

- ۱- البته پس از انقلاب، به استقلال فرهنگی و سیاسی نسبتاً قابل توجهی دست یافتیم؛ بافقدان استقلال اقتصادی، استقلال سیاسی و فرهنگی نیزچندان بایدارنخواهدماند.
- ۲- لازم به یادآوری است که ساختارروابط تجاری درجهان درمرحله تحول اساسی قراردارد. بعدازاین تحول به نظرمی‌رسد که درجهان سه گروه کشوروجود داشته باشند: اول، گروه‌های که فقط تکنولوژی صادرخواهند کرد. البته این تکنولوژی رافقط به کشورهای صادر خواهند کرد که توانایی ساخت کالاهای صنعتی ناشی ازاین تکنولوژی رداشته باشند. دوم، کشورهای که واردکننده مواداولیه وصادرکننده کالاهای صنعتی وکشورهایی که صادرکننده مواداولیه وواردکننده کالاهای صنعتی هستند. به کشورهای گروه سوم که به کشورهای «عقب مانده» موسوم هستند، تکنولوژی نوین صادرنمی‌شود، بلکه فقط تکنولوژی منسوخ شده به آنها داده می‌شود تا سرگرم شوند.
- ۳- اقتصاددانان مالیه عمومی کالای اقتصادی رابادوویژگی اساسی مشخص می‌کنند: درجه‌ای که آن رقابتی است ودرجه‌ای که محروم کردن می‌باشد. کالای رقابتی، کالایی است که استفاده‌اش بوسیله یک شرکت بایک شخص، استفاده آن بوسیله شخص یاشرکت دیگررामحدود می‌کند. کالای محروم کردن، کالایی است که مالک آن بتواند ازاستفاده دیگران از آن جلوگیری کند.
- ۴- برای کسب آگاهی بیشترازحل مسأله کنترل بهینه معرفی شده درمجموعه روابط (۲۱)، به منابع ۳ مراجعه شود.

## □ منابع

### الف - فارسی

- ۱- انتظاری، یعقوب. سیستم ملی نوآوری تکنولوژیک. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، سال سوم، شماره‌های ۱۱-۱۲ (پاییز و زمستان ۱۳۷۴)
- ۲- شورای پژوهشهای علمی کشور، گزارش ملی تحقیقات سال ۱۳۷۱. تابستان ۱۳۷۲
- ۳- پورکاظمی، حسین. بهینه سازی ریاضی. دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۶۸

### ب - انگلیسی

- J. D. Adams "Science, R & D, and Invention Potential Recharge: U. S. Evidence" American Economic Review 1995 U. 82, No. 2, PP 453 - 462

- J. D. Adams and L., Aveikauskas, "Academic Science Industrial R & D and Growth of Input" Center for Economic Studies , U. S Bureau of the census. November 1992
- J. D.Adams, "fundamental Stocks of Knowledge and productivity Growth" Journal of Political Economy, August 1990 98, P.673-702
- C. Burnside, "Industry Innovation: where and why; Acomment carnegie-Rochester conference" Series on public policy 44 (1996) 151-167
- A.P. Geroski. Innovation, Technological opportunity, and market structure" Oxford Economic Papers 42 (1992) 586-602
- R. Gilbert, and D. Newberry. "pre-emptive Patenting and the persistence of monopoly" American Economic Review 72 (1982) 514-26
- R. Harris and M. Trainor "Innovation and R & D in northern Ireland manufacturing A Schumpeterian Approach" Regional Studies, Vol 29. 7. 1995, PP 593-609
- M. Kamien and schwartz, No "Market stucture and Innovation. Cambridge university press Cambridge, 1982
- J.P.L Klenow, "Industry Innovation: Where and why" Carnegie - Rochester series on public policy 44 (1996) 125-150
- R. Levin, Technical change, Barriers to Entry and Market Structure "Economica 45 - 1978, PP. 347-61
- R. Levin, and Moery , D. "R & D Appropriability, opportunity, and Market Structure: New Evidence on the Schumpeterian Hypothesis" American Economic Review 75 1985, 20-24
- D. Nordhaus, William "Invention, Growth, and welfare: A Theoretical Treatment of Technological change", Cambridge, Mass: MIT press 1969
- P.M. Romer, "Endogenous Technological Change" Journal of Political Economy 1990 vol 98. no5.P.2

- P.,M. Romer, Capital accumulation in the theory of long - run growth, in: R. J. Barro, ed. Modern business Cycle theory (Harvard University Press 1989)
- F. M. Scherer, Industrial market structure and Economic Performance and, edn. Rand MCNALLY, chicago 1980