

## طراحی مدل خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو

## با رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم

عادل آذر<sup>۱</sup>، رضا واعظی<sup>۲</sup>، وحید محمدپور ساری<sup>۳</sup>

۱. استاد گروه مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه مدیریت دولتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۳. دانشجوی دکتری مدیریت دولتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

دریافت: (۱۳۹۵/۵/۲۸) پذیرش: (۱۳۹۵/۱۰/۲۳)

## Designing a Model of Policy Making of Commercialization of Nanotechnology Using Soft Systems Methodology

Adel Azar<sup>1</sup>, Reza Vaezi<sup>2</sup>, Vahid Mohammadpour Saraiy<sup>3</sup>

1. Professor Department of Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor of Public Administration, Allameh Tabataba University, Tehran, Iran.
3. Ph.D Student of Public Management, Allameh Tabataba University, Tehran, Iran.

Received: (12/Jan/2017)

Accepted: (18/Aug/2016)

## Abstract

The strategic plan of nanotechnology development in the 1404 vision was passed with the endeavor of the national Nanotechnology Development Staff. This document includes 53 executive plans, which are to be implemented by various organizations. Making policy for the commercialization of nanotechnology is a complicated and unstructured issue in which various stakeholders participate. Regarding the complexity of nanotechnology commercialization policy making along with the role of human factor in it, soft systems methodology (SSM) is used as the research method. In this research, using soft systems methodology (SSM), the unstructured issue of nanotechnology commercialization policy making was defined initially. After defining the scope of the issue, an enriched image of different actors and their interests was depicted. Then, using CATWOE, the fundamental definition of nanotechnology commercialization policy making was defined. In the next stage, the developed model was compared with the real world. After that, desired changes for the development improvement of the new system were identified. Finally, applied plans for operationalizing the changes were proposed to the stakeholders and incumbents dealing with the issue, hoping for improving the function of the system and enhancing the effectiveness of the process of commercializing nanotechnology policy making.

## Keywords

Policy Making, Commercialization of Technology, Nanotechnology, Soft Systems Methodology (SSM).

## چکیده

سند راهبردی توسعه فناوری نانو ایران که خط‌مشی‌گذاری این حوزه را در افق چشم انداز ۱۴۰۴ در بر دارد، با تلاش‌های ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در سال ۱۳۸۴ تصویب شد. این سند شامل ۵۳ برنامه اجرایی است که سازمان‌های مختلف به عنوان متولی، مسئولیت اجرای هر برنامه را برعهده دارند. از طرفی مسئله خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو جزء مسائل پیچیده و غیرساختار یافته است و ذی‌نفعان مختلفی در آن دخالت دارند. با توجه به پیچیدگی مسئله خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو و همچنین نقش عامل انسانی در آن، از رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از رویکرد مذکور، مسئله ساختار نیافته یعنی خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو تبیین شده و سپس با تعیین حدود آن، تصویر گویای بازیگران مختلف سیستم و منافع آنها ترسیم شده است. در مرحله سوم جهت تبیین تعریف ریشه‌ای خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو از رویکرد CATWOE استفاده شده و در مرحله چهارم، یک مدل مفهومی از فعالیت‌ها، با استفاده از تعریف ریشه‌ای ارائه شده است. در مرحله پنجم، مدل توسعه داده شده با دنیای واقعی مقایسه گردیده است. در مرحله ششم، تغییرات مطلوب و امکان‌پذیر جهت بهبود و توسعه سیستم واقعی شناسایی شده و در نهایت در مرحله هفتم، برنامه‌هایی جهت عملیاتی‌سازی تغییرات پیشنهاد شده، به مسئولین و ذی‌نفعان درگیر در شرایط مسئله ارائه شده است تا موجب بهبود کارکرد سیستم و در نهایت افزایش اثربخشی فرایند خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو شود.

## واژه‌های کلیدی

خط‌مشی‌گذاری، تجاری‌سازی فناوری، فناوری نانو، متدولوژی، سیستم‌های نرم.

\* Corresponding Author: Adel Azar

E-mail: azara@modares.ac.ir

\* نویسنده مسئول: عادل آذر

## مقدمه

مهم‌ترین محور پیوند پیشرفت‌های علمی و دانشی با پیشرفت‌های اقتصادی مفهوم تجاری‌سازی<sup>۱</sup> است. تجاری‌سازی بنا به تعریف جولی<sup>۲</sup> به فرایندی اطلاق می‌شود که از قبل از آفرینش ایده تا تبدیل ایده به فناوری و سپس محصول و ارائه به بازار ادامه می‌یابد. در کشور ما علی‌رغم حضور در جمع ۲۰ کشور دنیا به لحاظ شاخص کمی تولید علم و مقالات علمی، فرایند خلق ثروت از طریق دانش به علت فقدان چارچوب نظری مستدل و بومی تجاری‌سازی فناوری و ایده، ناقص مانده است. این موضوع در میان سازمان‌ها و بنگاه‌های نانو فناوری<sup>۳</sup> به علت بومی‌سازی و رشد کشور در فناوری نانو و ارزش اقتصادی بالای این فناوری از اهمیت مضاعفی برخوردار است. از سوی دیگر باید توجه داشت که فرایند خطمشی‌گذاری فرایندی چند وجهی و پیچیده است. فرایند خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی در ساده‌ترین مفهوم عبارت است از کلیه اقدامات، برنامه‌ها و طرح‌هایی که در کشورهای جهان به منظور افزایش گرایش به تجاری‌سازی اجرا شده‌اند و شامل تدوین خطمشی، اجرا و ارزیابی خطمشی‌ها می‌شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۰).

فناوری نانو به دلیل گستردگی حوزه‌های کاربرد، تأثیرگذاری بر اغلب صنایع موجود و ایجاد بستر استفاده از نیروهای جوان و توانمند علمی کشور، یک فناوری اولویت‌دار و راهبردی برای کشور محسوب می‌شود. بنابراین برنامه‌ریزی و فعالیت برای توسعه و تجاری‌سازی این فناوری باید در دستور کار سطح کلان خطمشی‌گذاری در کشور قرار گیرد.

هر حکومتی برحسب فلسفه و آموزه سیاسی خود و در راستای اعمال حکمرانی، به خطمشی عمومی متوسل می‌شود. (اندرسون، ۱۹۹۴) مفهوم خطمشی را مجموعه‌ای از اقدام‌ها یا بی‌اقدامی‌ها که یک یا چند بازیگر در برخورد با یک مسئله یا دغدغه در پیش می‌گیرند، تعریف می‌کند که بیانگر چندین ویژگی بارز خطمشی عمومی است: خطمشی عمومی تصادفی نیست، بلکه هدفمند و هدف‌گرا است؛ خطمشی عمومی توسط مقامات دولتی اتخاذ می‌شود؛ خطمشی عمومی دارای الگویی از اقدامات است که در گذر زمان در پیش گرفته می‌شوند؛ خطمشی عمومی ماحصل تقاضا است؛ مجموعه‌ای از اقدامات جهت‌دار دولت در واکنش به فشار ناشی از برخی مسائل ادراک شده است؛ خطمشی

عمومی می‌تواند مثبت (کنش هدفمند سنجیده) یا منفی (تصمیم هدفمند سنجیده برای بی‌اقدامی) باشد (اسمیت و لریمر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹). خطمشی‌های عمومی می‌توانند در حوزه‌های جمعیت، محیط زیست، انرژی، مسکن، دارو، رفاه، کشاورزی، فناوری و غیره باشند.

از دیدگاه دولت‌ها، دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی به عنوان منابع مهم دارایی‌های فکری و فناوری‌های جدید مانند نانو فناوری، زیست فناوری و در نتیجه منابع درآمد و اشتغال و نهایتاً نیروی مهم تأثیرگذار در توسعه اقتصادی شناخته می‌شوند (کلوفستن و ایوانز<sup>۵</sup>، ۲۰۰۰). با پذیرش اهمیت روزافزون علم و فناوری در توسعه اقتصادی، پیامد منطقی آن یعنی اهمیت فوق‌العاده ایجاد ظرفیت تولید نوآوری مبتنی بر علم در جامعه نیز نمایان می‌شود (اتزکویتز<sup>۶</sup>، ۲۰۰۶). ایده‌های جدید و بکر توسط بنگاه‌ها ایجاد می‌شود و تغییرات اقتصادی به وسیله موفقیت فناوری‌ها و راهکارهایی که روش‌های قبلی را منسوخ می‌کنند، به وجود می‌آید (کراگمن<sup>۷</sup>، ۱۹۹۴). این نتیجه‌گیری خصوصاً در کشورهای در حال توسعه الزامات مهمی را به لحاظ خطمشی‌گذاری، برنامه‌های اجرایی و نهادسازی ایجاد می‌کند.

مشخص کردن تعریف ریشه‌ای<sup>۸</sup> خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو با رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم از دیدگاه ذی‌نفعان مختلف، ترسیم تصویر گویای<sup>۹</sup> خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو با رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم از دیدگاه ذی‌نفعان مختلف و شناسایی عوامل مؤثر بر فرایند خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو از اهداف این پژوهش می‌باشد که هدف اصلی آن، طراحی مدل خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در کشور با رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم می‌باشد.

## مبانی نظری پژوهش

تنوع تعاریف و الگوهای تجاری‌سازی به‌عنوان اصطلاحی علمی و نیز زمینه‌ای برای مطالعه و عمل، بیانگر وجود گستره‌ای از رویکردها و الگوهای متفاوت در زمینه خطرپذیری تجاری‌سازی تحقیقات، محصولات جدید و خصوصاً فناوری نانو است. علاوه بر این، نکته باریکی نیز در این بین وجود دارد

4. Smith & Larimer  
5. Klofsten & Evans  
6. Etzkowitz  
7. Krugman  
8. Root definition  
9. Rich Picture

1. Commercialization  
2. Jolly  
3. Nano Technology

آشفته<sup>۱</sup> و مسائلی که بسیار پیچیده و ساختار نیافته هستند و حل آنها بسیار دشوار و یا غیرقابل ممکن است<sup>۲</sup>، توسعه پیدا کرده است. این روش‌ها و روش‌شناسی‌ها، ساختاریافته و دقیق اما غیر ریاضی هستند. مجموعه این روش‌ها و روش‌شناسی‌ها با عنوان تحقیق در عملیات نرم، سیستم‌های نرم<sup>۳</sup> یا روش‌های ساخت‌دهی مسئله شناخته می‌شوند که یکی از این روش‌ها رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم است (مینجرز<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱).

### راهبرد فناوری و خطمشی‌گذاری فناوری

جستجو به دنبال بنیان‌های مفهومی و نظری رایج برای راهبرد فناوری و خطمشی‌گذاری فناوری شایان توجه است. تمرکز بر پژوهش درباره برنامه‌های خطمشی‌گذاری فناوری در کشورهای مختلف، به خصوص مطالعات سیستم‌ها و ساختارها برای توسعه خطمشی‌گذاری‌های مؤثر فناوری در سیستم‌های نهادی آن‌ها نیز امری ارزشمند است.

همان‌طور که تفاوت در موفقیت کشورها تا حد زیادی به عوامل مختلف تولید نسبت داده می‌شود، مجموعه فرصت‌های محیطی نیز توسط عوامل تولید تعیین می‌شود. سازمان‌ها و شرکت‌ها به دنبال کسب منافی هستند که توسط مجموعه فرصت‌ها تعریف شده و قابل دسترسی است. هرچه مجموعه فرصت‌ها وابسته به شرایط جغرافیایی شرکت‌ها باشد، اقدامات مناسب شرکت نیز همگرایی نخواهند داشت. درحالی که نورث و ویلیامسون به اهمیت مبادلات اشاره کرده‌اند، نقش محوری محیط بزرگ‌تر، بهینگی اقدامات شرکت را محدود خواهد کرد. اسکات و نورث<sup>۵</sup> بیان کرده‌اند که بدون نهادها که ساختار انگیزشی یک کشور را تعیین می‌کند، مبادلات پیچیده بین شرکتی نیز بسیار هزینه بر شده و معاملات تجاری نیز به طرفین مبادله محدود خواهد شد.

نظریه جند مرکزی<sup>۶</sup> نهادی بیان می‌دارد که نهادها پیچیده پیچیده و چندبعدی هستند و نهادها را در مقایسه با نهادهای فرهنگی و غیررسمی یک کشور تعریف می‌کند که نشان‌دهنده معانی و مفاهیم جمعی مشترک توسط مردم آن کشور و قوانین و استانداردهای مدونی که نهادهای سیاسی، قانونی و اقتصادی آن را تشکیل می‌دهند می‌باشد. به‌طور خاص،

که اساساً فرایندها و الگوهای تجاری‌سازی محصولات و فناوری‌های نوین از جمله فناوری نانو در کشورهای پیشرفته جهان توسعه یافته‌اند و الزاماً استفاده از آنها در کشورهای کمتر توسعه یافته منجر به تجاری‌سازی فناوری نانو نمی‌شود، چراکه عوامل و چالش‌های متعددی در کشورهای درحال توسعه بر سر راه خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو قرار دارد که بسیاری از آنها در کشورهای توسعه یافته وجود ندارد. به همین سبب الگوهای توسعه یافته در کشورهای غربی متناسب با زمینه محیطی آن کشورها می‌باشد و برای حل چالش‌های خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در کشورهای در حال توسعه نظیر کشور ایران، که اغلب به دلیل واردات بی‌رویه فناوری، بخش خصوصی از سرمایه خطمشی‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه طفره رفته و انجام این مهم، را بر عهده مؤسسات تحقیقات دولتی قرار داده است، باید با شناخت اجزای الگوی خطرپذیری تجاری‌سازی فناوری نانو، الگوی مناسب با زمینه‌های نهادی و بومی کشورمان برای خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو طراحی و پیشنهاد گردد.

از این‌رو، تحقیق حاضر در خصوص فهم دقیق‌تر و کمکی که طراحی مدل خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در کشور می‌تواند داشته باشد، تعریف گردیده است و قصد دارد به بررسی موشکافانه ابعاد مختلف موضوع خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو و بررسی‌ها و راهبردهای کاربردی برای تجاری‌سازی این دستاوردها، همچنین نحوه ساماندهی فرایند خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو و ارائه راهکارهای اجرایی و عملی برای مراکز مرتبط با این فناوری نوین بپردازد.

جهان کنونی با مسائل پیچیده‌ای مواجه است که برای رفع آنها نمی‌توان از رویکردهای قدیمی تجزیه و تحلیل تصمیم استفاده کرد (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). رویکرد تحقیق در عملیات نرم، براساس این اصل که مهم‌ترین گام در حل مسئله تعریف درست آن است، پیش از آن که به دنبال جواب باشد، به دنبال ساختاردهی مسئله، شناسایی و در نظر گرفتن تمام عوامل ثابت و متغیر تأثیرگذار بر مسئله است. این رویکرد از ساده‌سازی مسئله، ناشی از نادیده انگاری عوامل متغیر اثرگذار بر مسئله و روابط بین آنها به‌شدت پرهیز می‌کند و می‌کوشد که تا حد امکان مختصات مسئله را به واقع‌ترین شکل ممکن شناسایی کند. در نیم قرن اخیر، روش‌ها و روش‌شناسی‌های جدیدی برای رویارویی با مسائل

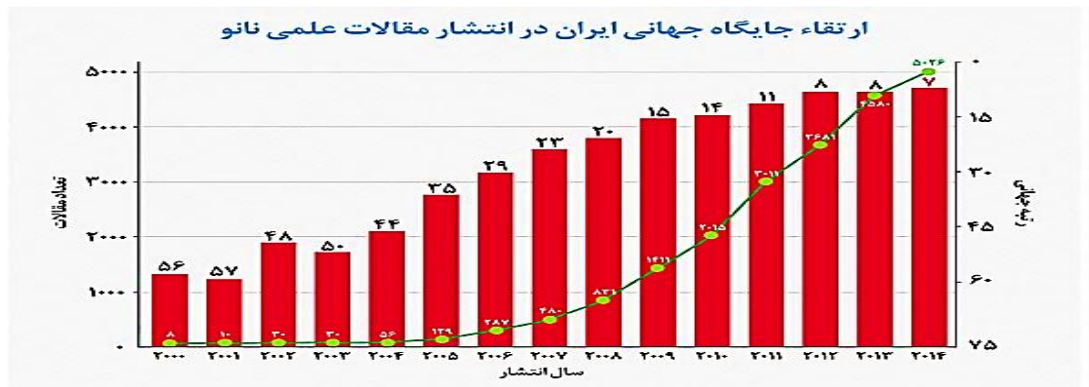
1. Messes
2. Wicked problems
3. Soft systems
4. Mingers
5. Scott & North
6. Institutional Poly-Centrism

تشویق یا اجبار به تغییر فناورانه، تمرکز متفاوتی که مناطق مختلف روی خطمشی گذاری فناوری داشته‌اند و فرصت‌هایی که خطمشی گذاری فناوری ارائه می‌دهد توجه شده است. این مسائل دیدگاه‌های بسیار مهمی را ارائه کرده و بستر را برای پاسخ به سؤالات بعدی فراهم می‌کند (اشترینان، ۱۳۸۷)

### وضعیت و جایگاه ایران در حوزه فناوری نانو

برطبق گزارش بانک اطلاعاتی است نانو در ابتدای سال میلادی ۲۰۱۵، ۹ درصد از تولید علم جهانی در حوزه فناوری نانو بوده است. در این میان کشور ایران، با ۵۰۲۶ مقاله در حوزه نانو فناوری، با اختصاص ۴/۳۵ درصد از مقالات فناوری نانو در دنیا، در رتبه هفتم جهان ایستاده است. چین، آمریکا دو کشور برتر جهانی به لحاظ تولید دانش در حوزه فناوری نانو هستند که به‌تنهایی بیش از ۵۰ درصد از مقالات فناوری نانو را در اختیاردارند.

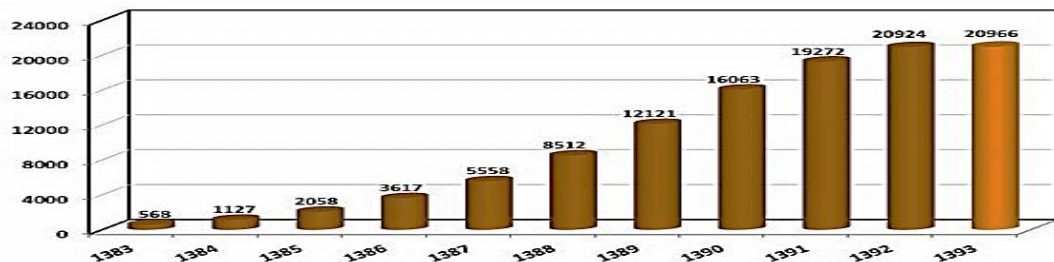
نهادهای سیاسی عمدتاً مربوط به اعتبار و اثربخشی زیرساخت‌های بوروکراتیک یک کشور بوده و بنیان مبادلات تجاری هستند. هدف کلی، تعمیق درک راهبردهای فناوری شرکت‌ها و خطمشی گذاری‌های زیربنایی فناوری بخش عمومی و نیز تعاملات بین آنها است. نوآوری فناورانه ابزاری ایده‌آل برای درنظر گرفتن خطمشی گذاری مربوط به فناوری و نوآوری است. درحالی که تحقیقات بسیار خوبی در حوزه خطمشی گذاری علوم از قبیل علوم و خطمشی گذاری عمومی و تحقیق و توسعه (مانند خطمشی گذاری پژوهش) وجود دارد، نوآوری فناورانه نیز نقش روشنی در حوزه خطمشی گذاری فناوری و نوآوری داراست. در برخی موارد، ممکن است که دیگر تحقیقات نیز به دلیل رشد اهمیت اقتصادی و اجتماعی به این دو حوزه بپردازند. نوآوری فناورانه نقش خود را در خطمشی گذاری فناوری ایفا می‌کند. تا به حال به موضوعاتی مانند توسعه زیرساخت‌های فناوری، استفاده از قانون برای



شکل ۱. روند توسعه علمی فناوری نانو در ایران (به نقل از پایگاه اطلاعاتی است نانو)

و دانشمندان این حوزه در کشور با روند شتاب قابل قبولی گسترش یافته است:

به لحاظ سرمایه انسانی نیز امروز کشور ایران در حوزه فناوری نانو از ظرفیت بی‌بدیلی برخوردار است و تعداد اساتید، محققان



شکل ۲. تعداد محققان فناوری نانو در ایران (به نقل از پایگاه اطلاعاتی است نانو)

توسعه علمی از هدف گذاری انجام شده بسیار فاصله دارد و از هدف ۴ درصدی چشم‌انداز و برنامه توسعه کشور، اینک سهم

سرمایه گذاری در بخش توسعه فناوری نانو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ لکن در کشور ما به‌طور کلی بخش تحقیق و

۱۳۹۴) ایران رتبه اول را در منطقه و جهان اسلام در حوزه فناوری نانو در اختیار دارد که یک مزیت راهبردی منطقه‌ای محسوب می‌شود. نمای کلی از وضعیت توسعه علمی خاصه در بخش فناوری نانو را در جدول ۱ مشاهده می‌کنید:

هزینه تحقیق و توسعه از GDP ۰/۷۹ است؛ اما به‌هرحال اینک فناوری نانو با سال‌های ابتدای دهه ۸۰ به لحاظ زیرساخت‌های تحقیقاتی قابل مقایسه نیست. تعداد مراکز تحقیقاتی فعال در فناوری نانو از ۷ مرکز به ۱۲۱ مرکز رسیده است (گزارش ستاد ویژه توسعه فناوری نانو،

جدول ۱. وضعیت فناوری نانو در ایران (بانک اطلاعاتی Stat Nano و گزارش‌های مرتبط)

شاخص‌ها	وضعیت و رتبه جهانی
سرمایه انسانی	• تعداد اعضای هیئت علمی فعال در نانو: ۲۰۳۲ نفر
	• تعداد دانش‌آموخته‌های پژوهشگران نانو: ۲۰۵۴ نفر
	• تعداد کل محققان نانو: ۲۵۹۶۶
	• سرانه محققان در بخش تحقیق و توسعه: ۴۰ جهان
توسعه علمی	• تعداد مقالات (توسعه علمی): هفتم جهان
	• اولویت ملی نانو فناوری <sup>۱</sup> : دوم جهان
	• تعداد مقالات نانو به ازای GDP <sup>۲</sup> : سوم جهان
	• تعداد کل ارجاعات مقالات (سنجه کیفیت): نهم جهان
	• سهم همکاری بین‌المللی در توسعه نانو: ۱۰۱ جهان
	• شاخص h-index <sup>۳</sup> : ششم جهان
نوآوری (توسعه فناوری)	• نسبت تعداد اختراعات نانو به تعداد مقالات آن: ۶۱ جهان
	• پتنت‌های فناوری نانو ایران <sup>۴</sup> : ۱۴ پتنت (رتبه ۳۵ جهان)
صنعت و بازار <sup>۵</sup>	• تعداد بنگاه‌های نانو فناوری <sup>۶</sup> : ۱۵۳
	• میزان فروش محصولات نانو فناوری: حدود ۱۰۰ میلیارد تومان
	• میزان تولیدات در بازه ۹۲-۸۷: ۱۶۸ محصول با ۶۴ درصد ورود به بازار. ۳۶ درصد مرحله آزمایشگاهی

- یکی از شاخص‌های مهم در جهت فهم توجه و اولویت کشورها به فناوری نانو، شاخصی است که با سنجه تقسیم مقالات فناوری نانو یک کشور به کل مقالات علمی آن کشور به دست می‌آید. در فهرست ۱۵ کشور برتر در این سنجه، ۹ کشور آسیایی هستند که حکایت از توجه آسیا به توسعه نانو دارد. ایران بعد از سنگاپور در سال ۲۰۱۴ در رتبه دوم قرار دارد. براساس این گزارش، ۱۶۶٫۲۸ درصد از مقالات علمی ایران در حوزه فناوری نانو است. از ۲۷۰۹۶ کل مقالات علمی ایران، ۵۰۲۶ مقاله در حوزه نانو فناوری است.
- براساس تولید ناخالص داخلی به PPP این سنجه برای کشور ما، ۳۰۱۸ مقاله به میلیارد دلار است.
- این مقدار در واقع معیار ارزیابی کمی و کیفی مقالات علمی است و تعداد مقالات باکیفیت و پر ارجاع را نشان می‌دهد. بنابراین اگر مقدار h-Index سازمان یا کشور بالا باشد نشان‌دهنده این است که هم تعداد مقالات آن کشور و هم تعداد ارجاعات داده‌شده به آن مقالات بالاست و به همین ترتیب اگر h-Index نهادی پایین باشد یعنی یا تعداد مقالات آن کم بوده یا مقالات آن ارجاعات کمی داشته‌اند.
- پتنت‌های نانو فناوری ایران ثبت‌شده مجموعاً در: EPO, USPTO. تعداد پتنت‌های نانو در طی ۵ سال گذشته در کشور در حفاصل بین ۱۰ تا ۲۰ پتنت در در نوسان بوده است.
- در این شاخص، متأسفانه بانک استت نانو، از نوعی خلأ رنج‌برده و آمار و رتبه‌بندی دقیق از فروش محصولات نانو فناوری و به‌تبع تولید سنجه‌هایی چون میزان صادرات محصولات مبتنی بر نانو، مقدار کل تولیدات و ... رنج می‌برد. در این بخش به تعدادی از اعدادی که از سوی ستاد ویژه توسعه نانو فناوری کشورمان اعلام شده است، پسندیده شده است.
- بر طبق گزارش عملکرد ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، در حال حاضر حدود ۱۵۲ شرکت و نهاد مرتبط با صنعت نانو فناوری در کشور ثبت شده و حضور دارند که از سوی ستاد به رسمیت شناخته شده‌اند؛ لکن به شکل غیررسمی این عدد به حدود ۴۰۰ شرکت می‌رسد.

## پیشینه پژوهش

سلطانی (۱۳۹۰) در رساله دکتری خود با موضوع ارزیابی سیاست‌گذاری فناوری نانو در ایران، به تبیین روش‌های مختلف ارزیابی سیاست‌های فناوری نانو می‌پردازد و با بررسی سه بعد تناسب، کارایی و اثربخشی سیاست‌های فناوری نانو به ارزیابی آنها می‌پردازد و راهکارهایی ارائه می‌دهد.

کالمر و داوولین، (۲۰۰۴) با بررسی شرکت‌هایی که بر مبنای فناوری جدید تأسیس گردیده‌اند به این نتیجه رسیدند که کمبود منابع مالی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های این شرکت‌ها می‌باشد و لزوم تأمین منابع مالی این شرکت‌ها از عوامل مؤثر در موفقیت تجاری‌سازی فناوری می‌باشد.

اسپلینگ (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با عنوان تجاری‌سازی دانش، علاوه بر ارائه یک چهارچوب مفهومی، به این نتیجه رسید که نهادهای میانجی از جمله شرکت‌های انشعابی و پارک‌های علم و فناوری نقش مهمی را در فرایند تجاری‌سازی ایفا می‌کنند و موانع اجرای آن را از پیش رو برداشته و یا کاهش می‌دهند و باعث افزایش ظرفیت تبدیل دانش به سرمایه‌های ماندگار می‌شوند.

استایلز و جنوا (۲۰۰۸) در تحقیق خود با هدف بررسی شرکت‌هایی که درون دانشگاه‌ها شکل گرفته‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که ایجاد این شرکت‌ها و کمک به بین‌المللی‌شدن آنها به محققان برای به‌کارگیری فرصت‌ها کمک می‌کند.

راس موسن و گلبرندسن (۲۰۰۶) با هدف بررسی ابتکارات برای ارتقاء تجاری‌سازی دانش و علم در دانشگاه‌ها به عوامل تأثیرگذاری همچون لزوم تغییر ساختار دانشگاه‌ها، اهمیت مراکز رشد، قوانین حمایتی و شرکت‌های زایشی در موفقیت انتقال دانش تولید شده دانشگاهی تأکید داشته‌اند.

مارکمن و همکاران (۲۰۰۵) با هدف تأکید بر اهمیت نقش دفاتر انتقال فناوری دریافته‌اند که دفاتر انتقال فناوری می‌توانند با حفظ حق امتیاز ایده‌ها، افزایش جریان درآمدی دانشگاه‌ها و محققین و پایین آوردن زمان انتقال دانش به فرایند تجاری‌سازی کمک نمایند.

سیگل و فان (۲۰۰۶) با هدف بررسی نقش دفاتر انتقال فناوری و ارائه ادبیات مربوط به آنها، به این نتیجه رسیده‌اند که ایجاد این دفاتر باعث تسهیل در امر تجاری‌سازی دانش از دانشگاه به متقاضیان آن شده است.

به‌طور کلی در ادبیات موضوع تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی مطالعه ویژه‌ای که کلیه عوامل اصلی تسهیل‌کننده و بازدارنده در فرایند تجاری‌سازی را شناسایی کرده باشد با توجه به جستجوهای گسترده یافت نشده است اما در منابع مرتبط با این حوزه نظیر انتقال فناوری، توسعه محصول جدید و یا بازاریابی فناوری، برخی از عوامل کلیدی در تحقیقات گوناگون از قرار زیر است: (جدول ۲).

جدول ۲. عوامل تأثیرگذار بر تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی (عظیمی و همکاران، ۱۳۸۹)

منبع	عامل
(Lichtenthaler & Ernst, 2007)	وضعیت رقابتی بازار، چرخه عمر محصول
(Yang & Chang, 2009)	درآمد حاصل از اعطای لیسانس، تعداد انتشارات و مقالات منتشر شده، تعداد پتنت‌ها و تعداد لیسانس‌ها، نوع دانشگاه، جهت‌گیری پژوهش، پژوهشگرها براساس موقعیتشان در دانشگاه (پرفسور)، تأخیر در افشا
(Jankowski, 1999)	حمایت دولت، صنعت، نهادهای دانشگاهی، دیگر نهادها از R&D دانشگاهی
(Audretsch & Aldridge, 2009)	ماهیت و نوع دانشگاه، مشخصات فردی پژوهشگران، منابع در دسترس پژوهشگر، میزان پاداش
(Komkov & Bondareva, 2007)	حمایت مالی، حمایت دولت، قوانین و مقررات، تعداد پتنت‌ها، پارک فناوری، تجربیات بین‌المللی و داخلی
(Siegel, eugellers, & Wright, 2007)	فرهنگ‌سازمانی، حمایت مالی، حمایت دولت، تقاضا، قوانین و مقررات
(Caerteling, Halman, & Dore'e, 2008)	اندازه سازمان، قدرت خرید، تکنولوژی‌های رقابتی موجود، عوامل سیاسی، اقتصادی
(Nerkar & Shane, 2007)	پیشگامی در نوآوری، تعداد لیسانس‌ها، تجربه سازمان
(Thorburn, 2000)	مشخصات فردی محقق، مهارت پژوهشگر، سن و تجربه کاری پژوهشگر، شخصیت و انگیزه‌های پژوهشگر، پایه تکنولوژیکی سازمان، جهت‌گیری مدیریت، جهت‌گیری محصول، جهت‌گیری بازار، سرمایه اولیه مالی
(Fabrizio & Minin, 2008)	تعداد پتنت‌ها و انتشارات
(Duke, 1995)	آئین‌نامه‌ها و مقررات، ریسک سرمایه‌گذاری، زمان و تلاش صورت گرفته در جهت تجاری‌سازی
(Chiu & Chang, 2009)	فرهنگ، احساس پژوهشگر به محیط کاری‌اش، فاصله زمانی بین توسعه محصول جدید و کسب درآمد، ارزش‌گذاری عملکرد نوآوری، سابقه سازمانی، تعداد کارکنان، سرمایه، مکانیزم حمایتی نوآوری محصول،

شایستگی سازمان	
(Rasmussen & Gulbrandsen, 2006)	مراکز رشد، سرمایه، تعداد اسپین آف‌ها، سهم قانونی دانشگاه در اسپین آف‌ها، تعداد لیسانس‌ها
(Sohn & Moon, 2003)	تجربه و دانش سازمان، تجربه پژوهشگر، کاربردی بودن فناوری، بازاریابی، توانایی تجاری‌سازی، روش انتقال فناوری، پتانسیل بازار، هزینه و حمایت مالی، درجه رقابتی محصول، مقررات دولتی، سیاست خرید دولت، کاربردی بودن محصول، قیمت رقابتی، تأثیر محصول بر صادرات و جایگزینی واردات، اشتغال‌زایی، شرایط بازار
(Kumar & Jain, 2003)	وضعیت فناوری، پتانسیل بازار برای محصول نهایی، فلسفه کسب‌وکار شرکت، وضعیت مالی بنگاه صنعتی، تجربه کارآفرینی پژوهشگر، پیشینه آموزشی پژوهشگر، سیاست‌های صادرات و واردات، سیاست‌های مالیاتی، ظرفیت شرکت برای توسعه در آینده، موقعیت جغرافیایی شرکت، زیباگرایی محصول و بسته‌بندی، تثبیت موقعیت محصول و قیمت‌گذاری، بازاریابی،
(Svensson, 2007)	زمانی که طول می‌کشد تا پتنت تجاری شود، احتمال اینکه پتنت به‌طور کلی تجاری شود، روش تجاری‌سازی، سرمایه‌گذاری در طی تجاری‌سازی، فعال یا غیرفعال بودن پژوهشگر در طی تجاری‌سازی
(Chen, 2006)	سرمایه، تعداد کارکنان، سرعت تجاری‌سازی (ابتکار، توسعه و جا انداختن محصول در بازار به‌موقع انجام شود)، حیطه بازار، منابع انسانی (میزان مهارت و استعداد ذاتی)، منابع ملموس (دارایی‌های فیزیکی و مالی)، منابع غیرملموس (نام تجاری، مالکیت فکری)، قابلیت نوآوری محصول (شامل تولید ایده، طراحی و توسعه محصولات جدید)
(Collier, 2008)	حجم و نوع پژوهشی که توسط دانشگاه صورت گرفته است، سابقه دانشگاه و مرکز انتقال فناوری (سن)، ساختار مرکز انتقال فناوری، کارکنان دفتر انتقال فناوری، فرایندها و سیاست‌هایی که به‌وسیله دانشگاه در انتقال فناوری و تجاری‌سازی به کار گرفته می‌شود، مشوق‌هایی که به‌وسیله دانشگاه برای پژوهشگر فراهم می‌شود تا در انتقال فناوری و تجاری‌سازی مشارکت کند، موقعیت دانشگاه، اینکه آیا دانشگاهی مشتاقانه به دنبال پژوهش است یا جهت‌گیری فنی یا مشخصه‌های دیگر دارد، دسترسی به سرمایه در مراحل اولیه، کارآفرینی و فرهنگ دانشگاه
(Boadu & Reddy Metla, 2008)	انگیزه، حمایت از طرف دانشگاه، سیاست‌های دانشگاه
(Udell & Hignite, 2007)	سرمایه‌گذاری، برنامه‌ریزی مالی، راهبرد بازاریابی، موضوعات مربوط به قیمت‌گذاری و هزینه، سرعت تجاری‌سازی
(Baldini, Grimaldi, & Sobrero, 2006)	تعداد پتنت‌های کاربردی دانشگاه در هر سال، موقعیت جغرافیایی
(Siegel, Veugelers, & Wright, 2007)	هزینه پژوهش، افشا اختراع، سابقه دفتر انتقال فناوری، عوامل محیطی و سیاست‌های نهادی، کیفیت اساتید دانشگاه، تعداد کارکنان دفتر انتقال فناوری، تأمین بودجه پژوهش توسط دولت، حق امتیاز برای اساتید دانشگاه، وجود فرهنگ کارآفرینی
(Ferguson, 2008)	بازاریابی، ارتباطات، مهارت، تکنیک (در حل مشکلات)، فشار (موقعیت رقابتی)، مکانیزم انتقال، ریسک، پتانسیل بازار، نیروی انسانی اختصاص داده شده، مهارت در بازاریابی، درک نیاز مشتری، مزیت محصول، منابع تحقیق و توسعه اختصاص داده شده، مهارت فنی، زمان ورود به بازار، بلوغ فنی، قیمت محصول، جنبه نوآورانه محصول، سیکل زمانی ارائه محصول، جهت‌گیری بازار، حمایت مدیریت، منابع شرکت، محیط کسب‌وکار، هزینه (فرایند توسعه)، عوامل سازمانی، کیفیت، سرمایه‌گذاری شرکت در مهارت و دانش، تولید، سیاست‌های دولت، منحصربه‌فرد بودن محصول، اندازه و سطح رقابت بازار، اندازه شرکت، منابع شخصی اختصاص داده شده به پروژه (تخصص‌های اختصاص داده شده)

## روش تحقیق

در این تحقیق هدف آن است که فرایند خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو مورد پایش و بررسی قرار گیرد و با استفاده از رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم، ساخت‌دهی به مسئله صورت پذیرد. اولین مرحله از تقسیم‌بندی تحقیق را می‌توان منوط به هدف از انجام تحقیق دانست. هنگامی که با هدف برخورداری از نتایج یافته‌ها برای حل مسائل موجود در یک زمینه خاص به تحقیق می‌پردازیم، آن را تحقیق از لحاظ نوع داده‌ها، کاربردی می‌نامیم (سکاران، ۱۳۹۱).

تحقیق حاضر با همین هدف انجام می‌شود. افزون بر هدف از لحاظ نوع داده‌ها، این پژوهش از نوع طراحی مدل‌های نرم به‌شمار می‌آید که یافته‌های آن از صافی فهم و تفسیر پژوهشگر پس از مصاحبه با خبرگان و بررسی اسناد و مدارک می‌گذرد.

همچنین ماهیت پژوهش حاضر، اکتشافی است لذا فاقد فرضیه می‌باشد. جامعه آماری تحقیق، خبرگان و کارشناسانی است که در حوزه خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در

## مراحل رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم

### مرحله اول: مواجهه با موقعیت مسئله<sup>۳</sup>

رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم فی‌نفسه یک فرایند مشارکتی است، چرا که صرفاً از طریق مباحثه و گفتگو پیشرفت می‌کند. برخلاف بسیاری از رویکردهای دیگر، این رویکرد از مطالعه و پژوهش خبرگان حرفه‌ای و بدون توجه به نگرش‌های افراد درگیر در مسئله، استقبال نمی‌کند. البته آشنایی با رویکرد در نام خطمشی‌گذاری سیستم‌های فعالیت انسانی و ساخت مدل‌هایی از آنها روند مطالعه را تسهیل می‌کند؛ اما متخصصین این رویکرد باید طوری عمل کنند که با پیشرفت کار از مسیر جدا شده و آن را به افرادی در درون موقعیت مسئله واسپارند (روزنهد و مینجرز، ۱۳۹۲).

در مرحله اول، یک مسئله در دنیای واقعی کشف و موقعیت آن در نظر گرفته می‌شود. در این مرحله مسئله تعریف نمی‌شود بلکه مشخص می‌گردد که محقق دقیقاً دنبال چه چیزی است. همچنین فضای عمومی مسئله ترسیم می‌شود. در این مرحله به موقعیت مسئله وارد شدیم و به کمک مصاحبه و نشست‌های مختلف با خبرگان این موضوع در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت‌ها و نهادهای مرتبط با فناوری نانو به جمع‌آوری اطلاعات پیرامون مفهوم خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو و فرایند مربوطه پرداختیم. لازم به ذکر است که مصاحبه‌های انجام شده با خبرگان این حوزه به صورت نیمه‌ساختاریافته صورت گرفته است. موقعیت مسئله به شرح زیر می‌باشد:

اگرچه دولت‌ها دارای اهداف و رویکردهای مختلف در برنامه‌های ملی نانو فناوری خود هستند ولی شباهت‌های بسیاری بین این برنامه‌ها وجود دارد؛ برای مثال اغلب برنامه‌های نانو فناوری کشورها دربرگیرنده همه یا قسمتی از زنجیره نوآوری هستند که شامل موارد زیر می‌باشند: افزایش آگاهی عمومی، توسعه منابع انسانی و رشته‌های آموزشی، انتشار یافته‌های علمی، توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی، ثبت پتنت و حقوق مالکیت معنوی، استانداردسازی، انتقال فناوری، تحقیق و توسعه، حمایت از صنایع، توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و انتشار نانو فناوری در صنایع موجود (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۰). نوع برنامه‌ریزی و خطمشی‌گذاری انجام شده در کشور برای فناوری نانو، اولین تجربه ملی برای توسعه

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و دیگر شرکت‌ها و نهادهای مرتبط با این فناوری فعالیت می‌کنند که تعداد آنها ۸ نفر می‌باشند و به‌طور عمده در کارگروه‌های خطمشی‌گذاری و تجاری‌سازی و صنعت و بازار فعالیت می‌کنند. در این تحقیق، نمونه‌برداری از خبرگان به روش نمونه‌گیری غیراحتمالی و از نوع هدف‌دار است. ابزار گردآوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته با خبرگان و شرکت در کارگاه‌های نیمه‌متمرکز بوده است. رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم، با ایجاد تصویری جامع نسبت به موضوع مورد بررسی و مشخص کردن تمامی ابعاد آن، این امکان را فراهم می‌کند تا خبرگان بتوانند برای رسیدن به هدف مورد نظر تلاشی مستمر انجام دهند و این اطمینان را داشته باشند که به هدف مورد نظر خواهند رسید. در نتیجه تحلیل‌هایی ارائه خواهند داد که با توجه به شرایط و وضعیت مسئله ایجاد می‌شود.

### رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم

این مفهوم از جمله روش‌های ابتکاری است که ریشه در علوم رفتاری و به‌طور خاص سازمانی دارد. عبارت سیستم‌های نرم اشاره به یک چارچوب روش‌شناسی دارد که توسط چکلند<sup>۱</sup> و همکارانش در دانشگاه لنکستر<sup>۲</sup> برای حل مسائل دنیای واقعی که در آنها دیدگاه‌های چندگانه وجود داشت و همچنین برای رویارویی با مسائل دارای اجزای اجتماعی، سیاسی و انسانی توسعه داده شده است (چکلند و هالول، ۲۰۰۰). متدولوژی سیستم‌های نرم راه‌حل مؤثر و کارآمدی را به‌منظور پیاده‌سازی و تحلیل سیستمی از فرایندهایی که به فرایندهای فناورانه و فعالیت‌های انسانی وابسته‌اند ارائه می‌دهد و زمانی به کار می‌رود که اهداف سیستم به‌سختی تعیین می‌شوند، اتخاذ تصمیم نامعلوم باشد، سنجش عملکرد در بهترین کیفیت غیرممکن و رفتار انسان غیرمنطقی باشد (آذر و همکاران، ۱۳۹۲).

### یافته‌های پژوهش

در این بخش مراحل رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم به‌منظور طراحی مدل خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو به کار برده شده است.



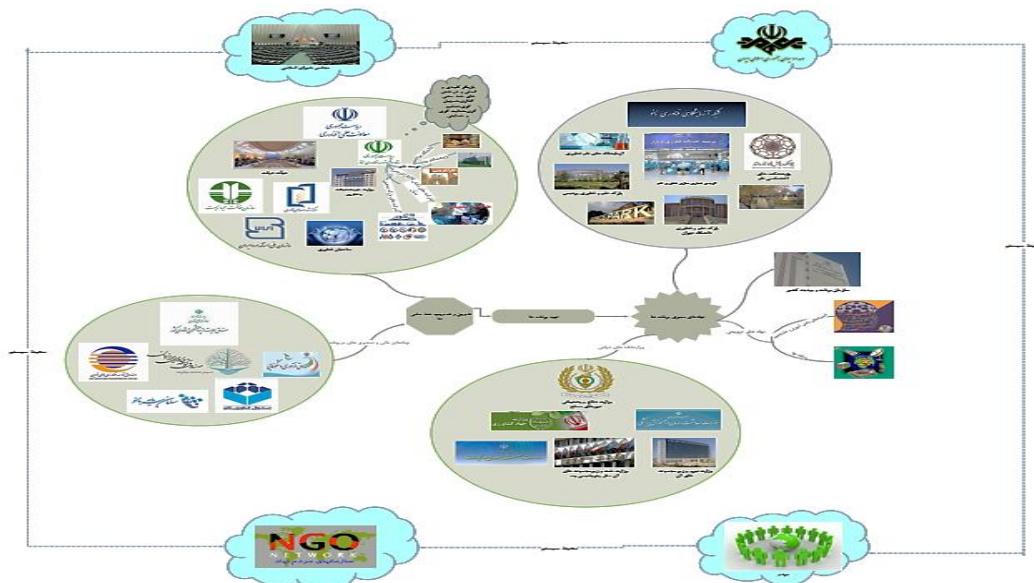
برنامه‌ای)، نقش آنها را در خط‌مشی‌گذاری این حوزه شناسایی و تحلیل کند. با توجه به اینکه این سند با رویکرد نظام ملی نوآوری نگاشته شده و ارتباطات متوازن و متناسب اعضا در این نظام از عناصر مهم موفقیت آن است، این پژوهش می‌تواند وجود این رویکرد متناسب در سند راهبردی فناوری نانو و چگونگی چینش، جایگاه و ارتباطات اعضای آن را مورد بررسی و تحلیل قرار دهد.

### مرحله دوم: ترسیم تصویر گویا

در مرحله دوم موقعیت، افراد درگیر موقعیت و ساختار مسئله در قالب تصاویر گویا ترسیم می‌شود. تصاویر گویا، بازنمایی‌های متنی مانند کاریکاتور افراد درگیر، مسائل، مشکلات، فرایندها و ارتباطات بین عناصر یک موقعیت است که به درک بهتر مسئله کمک می‌کند. چکلند بیان می‌کند که یک تصویر گویا باید شامل ساختار، فرایندها، افراد، موضوع بیان شده توسط افراد و تضاد و ناسازگاری بین افراد باشد (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). در این مرحله مطابق با داده‌های جمع‌آوری شده از طریق مصاحبه با از خبرگان، تصویر گویای مورد اجماع تمامی خبرگان را ترسیم می‌کنیم. جهت ترسیم تصویر گویا، بازیگران و افراد درگیر شناسایی شده و طی جلسه‌هایی باخبرگان نوع رابطه این بازیگران مشخص شده است. (شکل ۳).

به‌موقع یک فناوری نوظهور است (قاضی نوری، ۱۳۸۶). خط‌مشی‌گذاری فناوری نانو در ایران با کارکرد نهادینه‌سازی، قانونمندسازی و به‌طور عمده از طریق دولت آغاز شده و با تأثیرگذاری دولت بر کارکردهای هدایت تحقیقات و نوآوری و تأمین و تخصیص منابع برای شکل‌گیری، خلق، توسعه و انتشار دانش ادامه پیدا کرده است، سپس کارکردهای شکل‌گیری بازار و فعالیت‌های کارآفرینانه ظهور می‌یابند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). برنامه فناوری نانو ایران در سال ۱۳۸۴ با عنوان سند راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو (موسوم به راهبرد آینده) به تصویب هیئت دولت رسید. این سند شامل چند جزء اصلی با عناوین چشم‌انداز، مأموریت، اهداف، راهبردها و برنامه‌های اجرایی است. برنامه اجرایی به مجموعه‌ای از عملیات و خدمات مختلف اطلاق می‌شود که در ارتباط با یکدیگر برای تحقق اهداف سند تنظیم شده‌اند. این بخش از سند راهبرد آینده - که در واقع بخش اصلی و عملیاتی سند را تشکیل می‌دهد- شامل ۵۳ برنامه است که سازمان‌های مختلف به‌عنوان متولی، مسئولیت اجرای هر برنامه را برعهده دارند (سند راهبرد آینده موجود در [www.nano.ir](http://www.nano.ir)).

پژوهش حاضر با تمرکز بر اسناد راهبردی توسعه فناوری نانو - که خط‌مشی‌گذاری این حوزه را در افق ده‌ساله اول (۹۴-۱۳۸۴) و ده‌ساله دوم (۱۴۰۴-۱۳۹۴) در بردارد - قصد دارد که ضمن تبیین روابط، تعامل‌های میان سازمان‌ها و برنامه‌های اجرایی سند، کانون‌های قدرت (سازمانی و



شکل ۳. تصویر گویای خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو

### مرحله سوم: استخراج تعریف ریشه‌ای

در این مرحله از دنیای واقعی خارج شده و با ورود به دنیای مفهومی و سیستمی تعریفی ریشه‌ای از مسئله ارائه می‌شود. تعریف ریشه‌ای جمله‌ای (بیانیه‌ای) است که ضمن توصیف سیستم ایده‌آل (مطلوب)، اهداف آن، اشخاص درگیر در موقعیت و مشارکت‌کنندگان، افراد تحت تأثیر و تأثیرگذار بر سیستم را معرفی می‌کند. برای ایجاد یک تعریف ریشه‌ای بر مبنای تصاویر گویا روشی شناخته شده به نام CATWOE به کار گرفته می‌شود. این روش به وسیله صاحبان مسئله برای تدوین و فرموله کردن یک تعریف استفاده می‌شود و دارای مولفه‌های زیر است:

- C مشتری؛ مشتریان و ذی‌نفعان، قربانیان سیستم (کسانی که در سیستم متضرر می‌شوند) چه کسانی هستند؟
- A بازیگران؛ بازیگران و مشارکت‌کنندگان در سیستم چه کسانی هستند؟
- T فرایند تبدیل؛<sup>۳</sup> چه چیزی توسط سیستم تبدیل (دگرگون) می‌شود؟ چه ورودی‌هایی به چه خروجی‌هایی تبدیل می‌شوند؟
- W جهان‌بینی؛ جهان‌بینی اساسی سیستم کدام است؟ (اساس جهان‌بینی در این سیستم چیست؟)
- O مالک؛ مالک این سیستم چه کسی است؟ چه کسی قدرت متوقف کردن این سیستم را دارد؟
- E عوامل محیطی؛ محدودیت‌های محیطی که باید در این سیستم در نظر گرفته شود چه چیزهایی هستند؟

بر این اساس ممکن است مجموعه‌ای از تعاریف ریشه‌ای ایجاد شود که برای رسیدن به توافق بر روی یک تعریف ریشه‌ای، از مباحث گروهی کمک گرفته می‌شود (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). هدف CATWOE اطمینان یافتن از این است که آیا تعریف ریشه‌ای خوب فرموله شده است یا خیر، همان‌طور که هدف FSM<sup>۴</sup> اطمینان یافتن از این است که آیا مدل مفهومی به‌عنوان مدلی از سیستم فعالیت انسانی، قابل دفاع می‌باشد یا خیر. درواقع CATWOE مکانیزمی برای محک تعریف ریشه‌ای فراهم می‌کند و تضمین می‌کند که لغات انتخاب شده دقیق و درست

هستند. بنابراین CATWOE می‌تواند آزمونی برای ساختار و لغات انتخاب شده در تعریف ریشه‌ای باشد (ویلسون، ۲۰۰۱).

پس از استخراج نگرش‌های مختلفی که در مورد مسئله وجود دارد به استخراج تعاریف ریشه‌ای می‌پردازیم. تعریف ریشه‌ای براساس یافته‌های مراحل ۱ و ۲ به کار می‌رود. تعریف ریشه‌ای باید تمام مشخصات ضروری یک سیستم را مطابق مسئله تبیین شده در برگرد و برای تعیین خصوصیات سیستم ضروری است تا CATWOE پیاده‌سازی شود (سیاو و تان، ۲۰۰۵). تکرار بین تعریف ریشه‌ای CATWOE مهم است ولی اینکه از کجا شروع کنید اهمیت ندارد. بعضی‌ها با CATWOE شروع می‌کنند و بعد تعریف ریشه‌ای را می‌سازند، ولی بهتر است تعریف ریشه‌ای از موقعیت مشتق شود، نه به‌وسیله عناصر CATWOE؛ زیرا تعریف غنی‌تری به دست می‌آید (ویلسون، ۲۰۰۱).

### فرمول PQR

تعیین عناصر CATWOE کمک مهمی برای ارائه تعریف ریشه‌ای است. ولی قبل از آن از فرمول PQR استفاده می‌شود، زیرا این فرمول قالب مناسبی را برای رسیدن به یک تعریف ریشه‌ای مناسب ارائه می‌کند به‌عبارت‌دیگر فرمول PQR این امکان را فراهم می‌کند که تعریف ریشه‌ای به صورت یک جمله توصیفی (بیانیه) نوشته شود و جهت غنی کردن تعریف ریشه‌ای بسیار مؤثر می‌باشد که عملکرد آن در SSM به این صورت است: اجرای P از طریق Q جهت کمک برای نیل به R. درواقع PQR برای پاسخگویی به، چه؟، چگونه؟ و چرا؟ است (چکلند و پولتر، ۲۰۱۴). پیش از اینکه برای تعیین عناصر CATWOE از تعاریف ریشه‌ای استفاده شود، از فرمول PQR کمک گرفته می‌شود تا هدف از تعاریف ریشه‌ای بهتر درک شود.

P عبارت است از آن چیزی که می‌خواهیم انجام دهیم (What):

ارائه مدلی برای خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو. Q چگونگی رسیدن به P را در این شرایط معلوم می‌کند (How):

خبرگان و کارشناسان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به‌عنوان متولیان این حوزه با درک وضعیت خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در دوره‌های گذشته، سهم هر عامل مؤثر در خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی نانو را تعیین می‌کنند و به طراحی مدل جدید خطمشی‌گذاری

1. Customer
2. Actors
3. Transformation
4. World View(Weltanschauung)
5. Owner
6. Environmental Factors
7. Formula Systems Model

E2 معیار کارا بودن سیستم: معیاری که بیان می‌کند آیا تبدیل T توسط حداقل استفاده از منابع به دست می‌آید یا خیر. به عبارت دیگر، این معیار به بررسی خروجی‌های سیستم می‌پردازد (اهداف کوتاه‌مدت در سند توسعه فناوری نانو). خروجی‌ها به معنای نتایج فنی پروژه‌هاست مانند مقاله و محصول. این معیار عبارت است از تهیه مدل خطمشی-گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو با استفاده بهینه از منابع مادی و غیرمادی، در مدت‌زمان مناسب، شناسایی تمامی اجزاء و بازیگران فعال در فرایند خطمشی‌گذاری تجاری-سازی فناوری نانو، تعریف نقش‌های آنها و اجرای درست کارها و وظایفشان.

E3 معیار اثربخشی سیستم: معیاری که بیان می‌کند آیا تبدیل T به دستیابی برخی از اهداف سطح بالا یا بلندمدت کمک می‌کند یا خیر. به عبارت دیگر، این معیار به بررسی تأثیرات سیستم می‌پردازد (اهداف بلندمدت و کلان در سند توسعه فناوری نانو). اثرات، تأثیرات گسترده‌تر اجرای برنامه بر اجتماع می‌باشد مانند بهبود انتشار فناوری و بهبود رقابت‌پذیری. طبق این معیار مدل خطمشی‌گذاری تجاری فناوری نانو باید به نحوی باشد که تجاری‌سازی فناوری نانو یک واسطه (وسیله) مهم برای افزایش سلامت جامعه، بهبود سبک زندگی مردم، افزایش رضایت مردم و جامعه، گردش مالی، بهبود بهره‌وری، ایجاد اشتغال، صرفه‌جویی و ذخیره انرژی، کاهش مصرف و همچنین تولید محصولات نانویی با کارایی بیشتر که ویژگی‌های بهبودیافته‌ای دارند، افزایش توانمندسازی علمی و فنی بخش خصوصی کشور، فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم برای انجام طرح‌های پایین‌دستی فناوری و نوآوری و یا انجام پژوهش‌های کاربردی در مقیاس بین‌المللی، به هم‌پیوستگی حلقه‌های کلان پژوهش، فناوری و نوآوری در کشور، ترویج اندیشه و اجرای طرح‌های کلان راهبردی بجای طرح‌های کوچک و توسعه توانمندی در مدیریت و پیشبرد کلان و چند شاخه‌ای پژوهش در فناوری و نوآوری شود.

مطابق رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم هر تعریف ریشه‌ای باید دربرگیرنده شش مؤلفه اصلی باشد که بیانگر چارچوب مسئله هستند. جدول ۳ هر یک از این عناصر را برای مسئله خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو نشان می‌دهد:

تجاری‌سازی فناوری نانو می‌پردازند. مبنای خطمشی‌گذاری سند ۱۰ ساله دوم (۱۴۰۴-۱۳۹۴) توسط ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، یک مدل خطمشی‌گذاری با ارزیابی پیشین می‌باشد که مدل شناخت و رسیدن به برنامه‌های آن نیز، مدل نمودار منطقی-چرخه می‌باشد. مدل نمودار منطقی شامل شناسایی مسئله، تدوین‌ها، اجرای‌ها و درنهایت ارزیابی‌ها و بازخور می‌باشد که به بررسی اهداف‌های فناوری نانو در سه سطح اهداف کلان، اهداف عملیاتی (میان‌مدت) و اهداف کوتاه‌مدت می‌پردازد. در قسمت روش‌شناسی سند ۱۰ ساله دوم فناوری نانو به‌طور کامل و مبسوط چگونگی دستیابی به این فرایند تشریح شده است. R چیزی که درنهایت خواستار به دست آوردن آن هستیم (Why):

ورود یافته‌های فناورانه به بازار، ایجاد ثروت، بهبود کیفیت زندگی مردم، توسعه علمی کشور در حوزه فناوری نانو (بومی سازی علوم نانو)، دستیابی به اقتصاد مقاومتی (بی‌نیاز شدن از فناوری‌های خارجی)، کمک به ارتباط صنعت و دانشگاه، بهبود محصولات و فرایندهای موجود صنعت، افزایش رقابت‌پذیری بنگاه‌های صنعتی کشور، اشتغال فناوران و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در حوزه نانو، بهبود فرایند خطمشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در ایران، کاهش هزینه‌ها و افزایش درآمدهای ناشی از تجاری‌سازی فناوری نانو در ایران.

### معیارهای سه‌گانه E

در امتداد راهبردی که CATWOE را فراهم می‌آورد، سه معیار "E۳" را باید همیشه مدنظر قرار داد. سه معیار E1 و E2 و E3 می‌تواند باعث شناخت بهتر فرایند پردازش شود: E1 معیار کارآمدی، کفایت، مؤثر بودن، ثمربخشی سیستم: این معیار کنترل می‌کند که آیا فرایند T درست کار می‌کند یعنی معیاری که بیان می‌کند آیا تبدیل T به معنای تولید خروجی مورد انتظار، عمل می‌کند یا خیر. به عبارت دیگر این معیار به بررسی پیامدهای سیستم می‌پردازد (اهداف میان‌مدت در سند توسعه فناوری نانو). پیامدها، تأثیرات مستقیم پروژه‌هاست مانند ایجاد شغل و افزایش بهره‌وری. معیار مؤثر بودن این سیستم، بهبود و ارتقای تجاری‌سازی محصولات فناوری نانو می‌باشد.

## جدول ۳. تجزیه و تحلیل (تعریف عناصر) CATWOE از دیدگاه خطمشی گذاری تجاری سازی فناوری نانو

عناصر CATWOE	خطمشی گذاری تجاری سازی فناوری نانو
C (مشتریان)	دولت، صنعت، مردم
A (بازیگران)	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (کریدور تجاری سازی)، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، جامعه فناوران شامل فارغ التحصیلان دانشگاهی، اساتید دانشگاه، شرکت های دانش بنیان، پارک های علم و فناوری، پارک فناوری پردیس، مراکز رشد، صنایع موجود در کشور (داروسازی، تجهیزات آزمایشگاهی، نساجی، کشاورزی، خودرو، پتروشیمی)، صندوق نوآوری و شکوفایی، صندوق فناوری نانو، صندوق توسعه فناوری های نوین، صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، صندوق های توسعه علم و پژوهش غیردولتی، بنیاد ملی نخبگان، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت نیرو، وزارت راه، مسکن و شهرسازی، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، سازمان ملی استاندارد ایران، وزارت نفت، وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده های اختصاصی فناوری نانو، آزمایشگاه های فناوری نانو، شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، پژوهشکده مطالعات فناوری، نهادهای ترویجی (المپیادهای دانش آموزی و دانشجویی، رسانه ها)، سازمان برنامه و بودجه کشور
T (فرایند تبدیل)	تبدیل نوآوری، تبدیل پژوهش های کاربردی به محصولات کاربردی، تبدیل فرایندهای کاربردی به ارزش افزوده اقتصادی
W (نگرش، جهان بینی)	بینش کلی در اینجا این است که خطرپذیری تجاری سازی فناوری نانو می تواند موجب افزایش سلامت جامعه، بهبود سبک زندگی مردم، افزایش رضایت مردم و جامعه، گردش مالی، بهبود بهره وری، ایجاد اشتغال، صرفه جویی و ذخیره انرژی، کاهش مصرف و همچنین تولید محصولات نانویی شود که با کارایی بیشتر، ویژگی های بهبود یافته ای دارند و همچنین ساماندهی و مدیریت ظرفیت های کشور تحت یک سامانه منظم و منسجم منجر به دستیابی به سطوح بالایی از دستاوردهای فناورانه خواهد شد.
O (مالکیت سیستم، مالکان)	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو وابسته به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری * (نقش اصلی و کلیدی)، فناوران و شرکت های دانش بنیان
E (محیط سیستم و محدودیت های ناشی از آن، عوامل محیطی)	رتبه کسب و کار، شفافیت اقتصادی، قوانین دست و پاگیر دولتی، عدم رقابت پذیری صنعت، عدم پذیرش فرایند توسعه فناوری داخلی، عدم وجود زیرساخت های لازم جهت صنعتی سازی فناوری نانو، وجود بازارهای انحصاری مثل خودرو، مشکلات تحریم ها، تبادل مالی با دنیا، زیرساخت های تحقیق و توسعه، زیرساخت های کسب و کار، قوانین دست و پاگیر بیمه

صرفه جویی و ذخیره انرژی، کاهش مصرف و همچنین تولید محصولات نانویی با کارایی بیشتر شود که ویژگی های بهبود یافته ای دارند و نیز منجر به دستیابی به سطوح بالایی از دستاوردهای فناورانه خواهد شد.

## مرحله چهارم: ساخت یک مدل مفهومی

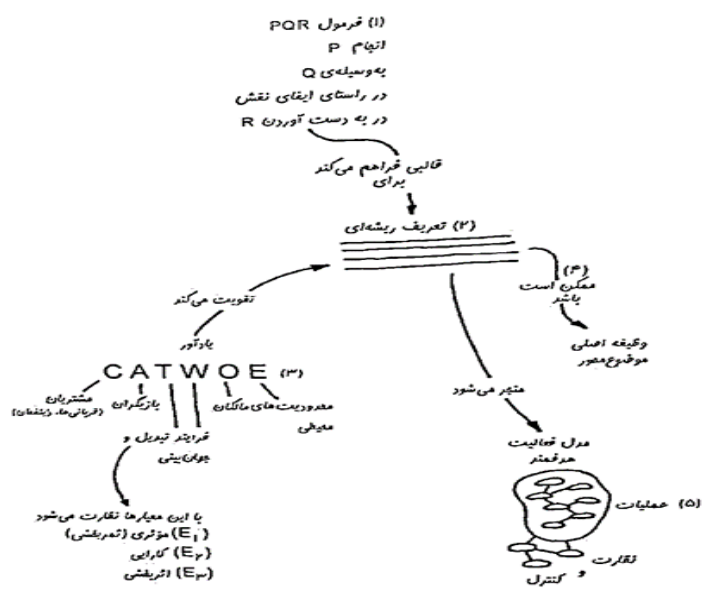
منظور از مدل مفهومی در متدولوژی سیستم های نرم، نموداری از فعالیت ها با ارتباطات مربوط به آنها می باشد که فرایند حل مسئله یا دستیابی به اهداف را مشخص می سازد. مدل مفهومی براساس مفاهیم شکل گرفته در توسعه تعاریف ریشه ای ساخته می شود. مدل باید دارای پنج تا نه فعالیت باشد که براساس وابستگی های منطقی با یکدیگر ارتباط داشته باشند. طراحی مدل مفهومی به نمایش و درک بهتر فعالیت ها کمک می کند (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). هر موقعیت مسئله زای دنیای واقعی شامل افرادی است که به طور هدفمند اقداماتی را

با مدنظر قرار دادن عناصر و مفاهیم CATWOE، تعریف ریشه ای برای خطمشی گذاری تجاری سازی فناوری نانو، در قالب عبارت زیر بیان می شود:

خطمشی گذاری تجاری سازی فناوری نانو سیستمی است تحت حاکمیت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو وابسته به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، فناوران و شرکت های دانش بنیان که نتایج پژوهش های کاربردی نوآورانه فناوری نانو را با کمک ذی نفعان متعدد به دستاورد ملموس تجاری تبدیل می نماید و از توسعه آنها پشتیبانی می کند و با انجام حمایت های لازم، زمینه را برای توسعه مداوم نوآوری فراهم می کند و دستاوردهای تجاری شده در نهایت به بازار ارائه می شوند و اقدامات لازم برای توسعه بازار این دستاوردها را انجام می دهد که در نهایت می تواند موجب افزایش سلامت جامعه، بهبود سبک زندگی مردم، افزایش رضایت مردم و جامعه، گردش مالی، بهبود بهره وری، ایجاد اشتغال،

در این مرحله مطابق با تعریف ریشه‌ای، یک مدل مفهومی تشکیل می‌شود. مدل مفهومی، هدف اصلی سیستم فعالیت هدفمند را بیان می‌کند. در شکل ۴ راهبردهایی که به مدل‌سازی فعالیت‌های هدفمند کمک می‌کنند، نمایش داده شده است:

انجام می‌دهند. بدین معنی که مدل‌های فعالیت هدفمند به شکل مدل‌های سیستمی جهت بیان یک جهان‌بینی مشخص ساخته می‌شوند و می‌توان از آنها به‌عنوان ابزاری جهت کشف کیفیات و مشخصات هر موقعیت انسانی مسئله‌زا استفاده کرد (چکلند و پولتر، ۲۰۱۴). نمایش روابط علی میان مفاهیم موجود در یک سیستم از آن جهت حائز اهمیت هستند که می‌توانند به شناسایی مفاهیم غیر مرتبط و همچنین فاکتورهایی که بر تصمیم‌گیری اثرگذاری بیشتری دارند، کمک کنند (منتظمی و کن راث، ۱۹۸۶).



شکل ۴. راهبردهایی جهت ساخت مدل‌های فعالیت هدفمند (چکلند و پولتر، ۲۰۱۴)



شکل ۵. مدل مفهومی خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو

### مرحله پنجم: مقایسه مدل مفهومی با دنیای واقعی

این مرحله جهت ساختاردهی به بحث در مورد بهبود وضعیت فعلی طراحی شده است و مدل توسعه داده شده را با دنیای واقعی مقایسه می‌کند. چک‌کنند پیشنهاد می‌کند برای مقایسه مدل مفهومی و دنیای واقعی از بحث‌های بدون ساختار، سناریوسازی و یا طرح سؤالات زیر استفاده شود: ۱. آیا این فعالیت در دنیای واقعی نیز اتفاق می‌افتد؟ چگونه؟ ۲. چگونه رفتار می‌کند؟ ۳. چگونه ارزیابی می‌شود؟ ۴. آیا این فرایند در وضعیت فعلی مناسب است؟ (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). این سؤالات برای هر فعالیت در مدل مفهومی مطرح می‌شود. به‌عنوان مثال، پس از بررسی، نتیجه می‌گیریم که برای شریک کردن نهادهای ذی‌نفع در تصمیم‌گیری‌های مربوط به خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو، تلاش کافی صورت نگرفته است. این ما را به گام بعد هدایت می‌کند.

### مرحله ششم: تعریف تغییرات برای بهبود و توسعه

این مرحله شامل شناسایی سیستماتیک تغییرات مطلوب امکان‌پذیر و مطابق با ارزش‌ها و فرهنگ‌های جامعه می‌باشد. (آذر و همکاران، ۱۳۹۲) در این مرحله تغییراتی را که باید در سیستم واقعی صورت گیرد، شناسایی می‌کنیم. براساس گام پنجم فرض کردیم که در بعد شریک کردن نهادهای ذی‌نفع در تصمیم‌گیری‌های مربوط به خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو، تلاش کافی صورت نگرفته است. بنابراین به‌عنوان یک تغییر، پیشنهاد می‌دهیم که انگیزه‌های ذی‌نفعان برای مشارکت در تصمیم‌گیری‌های مربوط به خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو بررسی و تقویت شود.

### مرحله هفتم: برنامه کاری جهت اجرای تغییرات

این مرحله جهت اعمال تغییرات شناسایی شده در مرحله پیشین در میدان عمل است و معمولاً از طریق ایجاد و تصویب یک برنامه عملیاتی انجام می‌شود (چکلند و پولتر، ۲۰۱۴). به‌عبارت‌دیگر، تغییرات شناسایی شده جهت بهبود سیستم در مرحله قبل به اجرا در می‌آید. درباره تغییر پیشنهادی گام قبل، یک برنامه عملی جهت ایجاد کمیته‌های همکاری مشترک در وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مرتبط ارائه می‌شود. البته شایسته ذکر است که پژوهش حاضر مراحل رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم را تا گام ششم پیموده است و گام هفتم یعنی مرحله اقدام و اجرای تغییرات که زمان بر و طولانی است، به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو پیشنهاد می‌شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان دریافت که طراحی مدل خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو در کشور یک امر پیچیده، زمان‌بر و طولانی بوده و به دلیل نقش بازیگران متفاوت در آن بر پویایی آن نیز افزوده شده است و همین دو عامل پیچیدگی و پویایی دلیل اصلی استفاده از رویکرد متدولوژی سیستم‌های نرم در طراحی این مدل می‌باشد چرا که رویکردهای مربوط به طراحی مدل‌های سخت<sup>۱</sup> در چنین شرایطی کارایی و اثربخشی لازم را نخواهند داشت. مخاطب اصلی پیشنهادها این تحقیق، خط‌مشی‌گذاران فناوری نانو در کشور هستند، زیرا اساساً یک تحقیق خط‌مشی‌گذاری برای ایجاد ارتباط و ارائه پیشنهاد به گذار انجام می‌شود. پیشنهادهای این تحقیق در دو بخش ارائه می‌شود: بخش اول پیشنهادهای زمان تدوین‌های تجاری‌سازی فناوری نانو است که مخاطب این دسته از پیشنهادها نهادهای ایرانی یا کشورهای علاقه‌مند به تدوین یک علم و فناوری به‌ویژه فناوری نانو هستند. بخش دوم پیشنهادهای زمان اجرا و ارزیابی‌های تجاری‌سازی فناوری نانو می‌باشند که مخاطب این پیشنهادها نهادهای ایرانی یا کشورهایی هستند که در حال اجرای‌های علم و فناوری به‌ویژه فناوری نانو می‌باشند و نیاز به ارزیابی آنها می‌بینند. زمان تدوین‌های تجاری‌سازی فناوری نانو پیشنهاد می‌شود: ۱. تجاری‌سازی فناوری نانو باید قابل ارزیابی، تدوین شود. ۲. ارزیابی همزمان با خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو صورت پذیرد (ارزیابی آینده‌نگر). زمان اجرا و ارزیابی‌های تجاری‌سازی فناوری نانو نیز پیشنهاد می‌شود: ۱. میزان دستیابی به اهداف خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو رصد شود. ۲. ساختار ارزیابی خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو ایجاد شود. ۳. بهبود مداوم برنامه‌های خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو صورت پذیرد. ۴. روش‌های مناسب اندازه‌گیری شاخص‌های خط‌مشی‌گذاری تجاری‌سازی فناوری نانو انتخاب شوند. همچنین با توجه به اینکه این پژوهش گام‌های روش‌شناسی سیستم‌های نرم را تا گام ششم پیموده است مرحله اجرا و پیاده‌سازی مدل ارائه شده به ستاد ویژه توسعه فناوری نانو پیشنهاد می‌شود. مدل ارائه شده نیز می‌تواند در سایر حوزه‌های کاربردی پیاده شود تا مزایا و محدودیت‌های آن آشکارتر گردد. پیشنهاد دیگر پژوهش حاضر این است که تحقیقات مشابهی با رویکردهای ترکیبی SSM, SD, SSDM, و سایر تکنیک‌ها و رویکردهای ساختار نرم انجام شود.

## منابع

- اشترینان، کیومرث (۱۳۸۷). «رهیافت نهادی در سیاست خط‌مشی‌گذاری نوآوری تکنولوژیک». *فصلنامه سیاست*، دوره ۳۸، شماره ۱، ۱-۱۴.
- آذر، عادل؛ خسروانی فرزانه و رضا جلالی (۱۳۹۲). تحقیق در عملیات نرم رویکردهای ساختاردهی مسئله. تهران: انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
- چکلند، پیتر و پولتر، جان (۱۳۹۳). یادگیری برای عمل. محمدرضا مهرگان، محمود دهقان، محمدرضا اخوان و کامیار رئیسی فر. تهران: انتشارات مهربان نشر.
- روزنهد جاناتان و مینجرز، جان (۱۳۹۲). مدل‌سازی نرم در مدیریت. عادل آذر و علی انوری. تهران: انتشارات نگاه دانش. چاپ اول.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۸۴). سند تکمیلی اول راهبرد آینده. تهران: ستاد ویژه فناوری نانو.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۸۴). سند راهبرد آینده: راهبرد ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۴-۱۳۹۳). تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۹۰). سند تکمیلی سوم راهبرد آینده. تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۹۴). سند تکمیلی اول راهبرد آینده. تهران: ستاد ویژه فناوری نانو.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۹۴). سند دوم راهبرد آینده: راهبرد ۱۰ ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴-۱۴۰۴). تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۳۸۷). سند تکمیلی دوم راهبرد آینده. تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.
- سکاران، اوما (۱۳۹۱). روش تحقیق در مدیریت. محمدصائبی و محمود شیرازی. تهران: انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی ریاست جمهوری.
- سلطانی، علی‌محمد؛ طباطباییان، حبیب‌الله؛ صوفی، بامداد جهانپار و حنفی زاده، پیام (۱۳۹۰). ارزیابی سیاست‌گذاری فناوری نانو در ایران. رساله دکتری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی (ره).
- عظیمی، مهدی؛ مقبل باعرض، عباس و عادل آذر (۱۳۸۹). شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای تأثیرگذار بر تجاری‌سازی یافته‌های پژوهشی در حوزه فنی مهندسی (مطالعه موردی دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.
- قاضی‌نوری، سروش (۱۳۸۶). ارزیابی تکنولوژی، انتشارات مرکز صنایع نوین، تهران.
- قاضی‌نوری، سید سپهر (۱۳۸۶). خط‌مشی‌گذاری و برنامه‌ریزی علم و فناوری (مطالعه موردی نانو فناوری در ایران). تهران: کمیته مطالعات نانو فناوری، دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری.
- محمدی، مهدی؛ طباطباییان، سیدحبیب‌الله؛ تقوی‌فرد، محمد تقی و ابوالفضل کزازی (۱۳۹۲). «تحلیل مدل شکل-گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نوظهور در ایران». *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، شماره ۴، ۱۹-۳۳.
- ویلیامز، باب و هاملبرونر، ریچارد (۱۳۹۳). روش‌های کاربردی در تفکر سیستمی. عادل آذر و سعید جهانپار، تهران: انتشارات صفار.
- Anderson, J. E. (1994). *Public policy making: An introduction*. Boston: Houghton Mifflin Company, 1-34.
- Audretsch, D. B. & Aldridge, T. (2009). "Scientist Commercialization as Conduit of Knowledge Spillovers". *Springer-Verlag*, 898-904.
- Baldini, N., Grimaldi, R., & Sobrero, M. (2006). "Institutional Changes and The Commercialization of Academic Knowledge: A Study of Italian Universities' Patenting Activities Between 1965 and 2002". *Research policy*, 522-529.
- Boadu, V. A., & Reddy Metla, C. M. (2008). "Research Faculty, Entrepreneurship and Commercialization: The Case of Kansas State University". *the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Texas: Department of Agricultural Economics, 2-20.
- Caerteling, J. S., Halman, J. I. & Dore'e, A. G. (2008). "Technology Commercialization in Road Infrastructure: How Government Affects the Variation and Appropriability of Technology". *Product Innovation Management*, 145-157.
- Checkland, P. Holwell, S. (1998). "Information, Systems and Information Systems-making sense of the field", *Wiley*; 20(4), 100-120.
- Chen, C. J. (2006). "Technology Commercialization, Incubator and Venture Capital, and New Venture Performance".

- Journal of Business Research*, 96-102.
- Chiu, S. K. & Chang, K. F. (2009). Organizational Structure, Support Mechanism, and Commercialization Performance. *International Journal of Commerce and Management*, 19, 2-6.
- Collier, A. J. (2008). Identifying Superior Performance Factors Relevant to Australian University TTOs. *Comparative Technology Transfer and Society*, 61-83.
- Duke, C. R. (1995). "Organizational Conflicts Affecting Technology Commercialization From Nonprofit Laboratories". *Product & Brand Management*, 4, 1-9.
- Etzkowitz, H. (2006). The Entrepreneurial University and the Triple Helix as a Development Paradigm; *Conference on Launching a Program to Transform University-Industry-Government Relation in Ethiopia*, 29-31.
- Fabrizio, K. R. & Minin, A. D. (2008). "Commercializing the Laboratory: Faculty Patenting and The Open Science Environment". *Research Policy*, 916, 924-928.
- Ferguson, G. (2008). *Commercialisation Models*, 1-34.  
URL: [http://www.rumourcontrol.com.au/analysis/commercialisation\\_models.pdf](http://www.rumourcontrol.com.au/analysis/commercialisation_models.pdf).
- Jankowski, J. E. (1999). "Trends in Academic Research Spending, Alliances, and Commercialization". *Journal of Technology Transfer*, 54-68.
- Jolly, Vijay K. (2009). *Commercializing new technologies: getting from mind to market*. Boston, Massachusetts, Harvard Business school press.
- Klofsten, M., & Evans, D. J. (2000). "Comparing Academic Entrepreneurship in Europe - The Case of Sweden and Ireland". *Small Business Economics*, 14, 299-309.
- Kollmer, H. & Dowling, M. (2004). "Licensing as a commercialization strategy for new. Technology-based firms". *Research Policy*, 33, 1141-115.
- Komkov, N. I. & Bondareva, N. N. (2007). "Problems in the Commercialization of Scientific Research and Ways of Addressing Them". *Economic Policy*, 9-15.
- Krugman, p. (1994). "The Myth of Asia's Miracle". *Foreign Affairs*, 73(6).
- kumar, v. & jain, p. (2003). Commercialization of New Technology in India: An Empirical Study of Perceptions of Technology Institutions". *Technovation*, 23, 113-115.
- Lichtenthaler, U. & Ernst, H. (2007). "External Technology Commercialization in Large Firms: Results of a Quantitative Benchmarking Study". *R&D Management*, 384-394.
- Markman, G. D., Gianiodis, P. T. & Phan, P. H. (2009). "Supply-Side Innovation and Technology Commercialization". *Journal of Management Studies*, 46 (4), 625-649.
- Mingers, J. (2011). "Soft OR comes of age: But not everywhere!, Omega". *The International Journal of Management Science*, 39(6), 729-741.
- Montazemi A. R. & Conrath D. W. (1986). "The use of cognitive mapping for information requirements analysis". *MIS quarterly*; 157(6), 45-56.
- Nerkar, A. & Shane, S. (2007). "Determinants of Invention Commercialization: An Empirical Examination of Academically Sourced". *Strategic Management*, 1155-1164.
- Rasmussen, E. & Gulbrandsen, M. (2006). "Initiatives to Promote Commercialization of University Knowledge". *Technovation*. 518-520.
- Siau & Tan. (2005). "The Application of Fuzzy Cognitive Map in Soft System Methodology". *Springer Verlag*, 24(4), 325-354.
- Siegel, D. S. & Phan, P. H. (2006). *Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education*, Available at: <http://www.economics.rpi.edu>.
- Smith, K. B., & Larimer, C. W. (2009). *The Public Policy Theory Primer*. 2nd ed. Boulder, CO: Westview Press.
- Sohn, S. Y. & Moon, T. H. (2003). "Structural Equation Model for Predicting Technology Commercialization Success Index (TCSI)". *Technological Forecasting & Social Change*, 886-890.
- Spilling, O. R. (2004). Commercialization of knowledge-conceptual framework, 13th Nordic Conference on Small Business (NCSB) Research, (P.3). NCSB. University of Adelaide, South Australia.
- Styles, C. & Genua, T. (2008). "The Rapid



- Internationalization of High Technology Firms Created Through the Commercialization of Academic Research". *World Business*, 146-148.
- Thorburn, L. (2000). Knowledge Management, Research Spinn offs and Commercialization of R&D in Australia. *Managemnet*, 17, 262-271.
- Udell, G. & Hignite, M. (2007). "New Product Commercialization:Needs and Strategies". *Applied Management and Entrepreneurship*, 12, 3.
- Wilson, J. (2001). "Information systems provision: The contribution of soft systems methodology". *Journal of the Operational Research Society*, 49(3), 296-297.
- Yang, P. Y. & Chang, Y. C. (2009). "Academic Research Commercialization and Knowledge Production and Diffusion: The Moderating Effects of Entrepreneurial Commitment". *Scientometrics*. 4-10.