

# Explaining the governance model of emerging technologies in Iran (Case study: nanotechnology)

By:

Erfan Mosleh<sup>1</sup>

Nasser Bagheri Moghadam<sup>2</sup>

Mehdi Mohammadi<sup>3</sup>

## Abstract

The governance of technology has received attention in recent years and researchers have used it to explain and describe the development of technology. The purpose of this research is to explain nanotechnology governance (explaining how to participate in nanotechnology governance; explaining the mechanism (how) of nanotechnology governance and explaining the target functions in nanotechnology governance) in Iran. This research is comparative in terms of approach, and in terms of practical purpose and in terms of research strategy, it is a single-case study. Performance reports, policy documents, semi-structured interviews, questionnaires, and direct observation were used to collect data, and trend analysis, content analysis, and descriptive statistics were used to analyze the data. The results show that nanotechnology governance arrangements in Iran are mostly made at the "national level" and with the participation style of "absolute government sovereignty" and "corporatism"; Also, in more than 50% of cases, it used the "market-based" mechanism, had a tendency to "concentrate in power" and in more than 70% of cases, it had a "flexible implementation" approach; Also, the arrangements that had "executive guarantee" have a smaller share compared to the arrangements without execution guarantee, and the functions of "acceptability" and "providing and facilitating resources" have a larger share in effectiveness than other functions of the governance arrangements of this area.

**Keywords:** governance, nanotechnology, Iran, emerging technology.

---

1. Corresponding author: Doctoral student of governance, Shahid Beheshti School of Governance, Tehran, Iran.

2. Associate Professor at the National Science Policy Research Center, Tehran, Iran.

3. Associate Professor, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

## تبیین الگوی حکمرانی فناوری‌های نوظهور در ایران (مطالعه موردی: فناوری نانو)

عرفان مصلح<sup>۱</sup>، ناصر باقری مقدم<sup>۲</sup>، مهدی محمدی<sup>۳</sup>

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۳/۱۰

### چکیده

حکمرانی فناوری در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و پژوهشگران از آن برای تبیین و توصیف توسعه فناوری استفاده کرده‌اند. هدف این پژوهش تبیین حکمرانی نانوفناوری (تبیین چگونگی مشارکت در حکمرانی فناوری نانو؛ تبیین سازوکار (چگونگی) اداره حکمرانی فناوری نانو و تبیین کارکردهای هدف در حکمرانی نانو) در ایران است. این پژوهش از دید رویکرد، قیاسی و از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ راهبرد پژوهش، مطالعه تک‌موردی جزءنگر است. برای جمع‌آوری داده از گزارش‌های عملکرد، اسناد سیاستی، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، پرسشنامه و مشاهده مستقیم و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل روند، تحلیل محتوا و آمار توصیفی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که ترتیبات حکمرانی نانو فناوری در ایران بیشتر در «سطح ملی» و با سبک مشارکت «حاکمیت مطلق دولت» و «کورپوریسم» صورت پذیرفته است؛ هم‌چنین در بیش از ۵۰٪ موارد از سازوکار «مبتنی بر بازار» استفاده کرده، تمایل به «تمرکز در قدرت» داشته و در بیش از ۷۰٪ موارد از رویکرد «منعطف در اجرا» برخوردار بوده است؛ هم‌چنین ترتیباتی که «ضمانت اجرایی» داشته است، سهم کمتری را به نسبت ترتیبات بدون ضمانت اجرا به‌خود اختصاص داده است و کارکردهای «مقبولیت‌بخشی» و «تأمین و تسهیل منابع» سهم بیشتری را نسبت به دیگر کارکردها در تأثیرپذیری از ترتیبات حکمرانی این حوزه داشته است.

**واژگان کلیدی:** حکمرانی، فناوری نانو، ایران، فناوری نوظهور.

۱. نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری حکمرانی، مدرسه عالی حکمرانی شهید بهشتی، تهران، ایران.

erfan.mosleh@gmail.com

alizadeh.roghyyeh@gmail.com

mwmohammadi@ut.ac.ir

۲. دانشیار مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

۳. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران.

## مقدمه

چگونگی حکمرانی کشورها همواره یکی از مهم‌ترین دلایل توسعه‌یافتگی آنها است. در ایران و در دهه اخیر، توجه علمی زیادی به موضوع حکمرانی شده است. حکمرانی را می‌توان در حوزه‌های گوناگونی مورد مطالعه قرار داد و یکی از این حوزه‌ها حکمرانی فناوری است که از قدمت زیادی در ادبیات علمی دنیا برخوردار نیست و از طرفی بررسی آن در شرایط فعلی کشور که اقتصاد دانش-بنیان به‌عنوان یکی از پیشران‌های اصلی اقتصاد مورد توجه مسئولان کشور است<sup>۱</sup> بر ضرورت آن افزوده است. تحلیل حکمرانی از فناوری‌های موفق در کشور که به‌درستی توسعه پیدا کرده و افزون بر توسعه مسیر علمی، به تولید محصولات و خدمات در حوزه اقتصادی انجامیده است، می‌تواند آن را تبدیل به الگوی قابل استفاده در دیگر فناوری‌ها کند. فناوری نانو در ایران یکی از فناوری‌هایی است که بسیاری معتقدند حوزه‌ای موفق است. قرارگیری ایران بین چهار کشور برتر دنیا در تعداد مقالات منتشرشده (StateNano, 2022) و همچنین در تعداد ارجاع به مقالات<sup>۲</sup> و پیشی گرفتن از کره جنوبی از سال ۲۰۱۸ به بعد (StatNano, 2022)، قرارگیری بین رتبه‌های ۱۹ تا ۲۵ اختراعات ثبت‌شده در آمریکا در بازه از سال ۲۰۱۷ به بعد (StateNano, 2021) و ثبت بیش از ۱۲۹ استاندارد ملی و قرارگیری در بین چهار کشور برتر دنیا در چندسال اخیر (StateNano, 2020)، فعالیت ۳۲۴ شرکت با عرضه نزدیک به ۱۲۰۰ محصول و تجهیزات مرتبط با نانوفناوری (ستاد ویژه فناوری نانو، ۱۴۰۰)، نشان‌دهنده حرکت رو به جلو و پیشرفت مطلوب این فناوری در کشور است. با توجه به این نکات، درک چگونگی حکمرانی فناوری نانو می‌تواند برای پژوهشگران و مدیران بسیار آموزنده و در مسیر رشد، توسعه و سیاست‌گذاری مناسب دیگر حوزه‌های فناوری کارآمد باشد. از این‌رو، پژوهش سعی دارد به تبیین حکمرانی نانوفناوری در ایران از ابتدای توسعه فعالیت‌های این فناوری تا پایان دوره اول ده‌ساله اسناد سیاست‌گذاری توسعه فناوری نانو (۱۳۷۹ - ۱۳۹۳) بپردازد.

## فناوری‌های نوظهور

هر از چندگاهی فهرستی از فناوری نوظهور اطلاع‌رسانی می‌شود که در مواردی پژوهشگران و آینده‌نگاران فناوری معتقدند برخی از این فناوری‌های نوظهور انقلاب جدیدی را در صنعت ایجاد خواهد کرد (Small et al., 2014). این فناوری‌ها در آینده ما نقش به‌سزایی دارد. برخی معتقدند

۱. سال ۱۴۰۱ به شعار «تولید، دانش‌بنیان و اشتغال‌آفرین» نام‌گذاری شده است.

آنچه مسلم است فناوری‌های پیشرفته و نوظهور نقش غیر قابل انکاری در روند توسعه روزافزون تحولات فناورانه در تمام صنایع داشته است (انصاری و طباطباییان، ۱۳۸۹). با وجود توافق بر سر اهمیت فناوری‌های نوظهور، درباره مفهوم این دست فناوری‌ها اختلاف نظر هست و چه‌بسا تعریف مفهومی متمرکزی در مورد فناوری نوظهور وجود ندارد. برخی، فناوری نوظهور را نوعی از فناوری تعریف می‌کنند که بهره‌برداری از آن برای طیف وسیعی از بخش‌های اقتصادی و یا جامعه سودمندی به‌همراه دارد (Martin, 1995). کوزنس<sup>۱</sup> و همکاران آن را فناوری‌هایی می‌دانند که توان بالقوه اقتصادی داشته باشد و ارزش آن را ثابت نگه ندارد (Cozzens et al., 2010). روتولو<sup>۲</sup> و همکاران در پژوهش خود با بررسی ادبیات فناوری‌های نوظهور، تعاریف گوناگون را گردآوری و بر مبنای آن تعریفی ارائه می‌دهند. آنان فناوری نوظهور را فناوری می‌دانند که مبتنی بر پنج ویژگی است (Rotolo et al., 2015): رشد نسبتاً سریع، نوآوری سریع، انسجام، تأثیر برجسته و نااطمینانی و ابهام. بر این مبنا و با توجه به ویژگی‌هایی که برشمردند، می‌توان نانو فناوری را، فناوری نوظهور دانست. همان‌طور که خود آنان نیز به آن اشاره کردند (Rotolo et al., 2015). موضوعی که در پژوهش‌های دیگر نیز تأیید شده است (Avila-Robinson & Miyazaki, 2013; Boyack et al., 2014; Selin, 2007).

### نانو فناوری و تاریخچه آن در ایران

اولین بار اریک درکسلر<sup>۳</sup> در سال ۱۹۸۶ عبارت فناوری نانو را با عنوان موتورهای آفرینش استفاده کرد (Eric, 1986). البته فهم بخشی از پدیده‌های نانومقیاس از حدود نیم‌قرن پیش صورت گرفت؛ اما شناخت عمومی روندها، مفاهیم پایه و حوزه‌های تأثیرگذاری فناوری نانو، تنها در دهه پایانی قرن گذشته اتفاق افتاده است. این فناوری به‌عنوان فناوری اساسی و کلیدی و محرک جدید نوآوری‌های فناورانه از سال‌های ابتدایی قرن جدید مورد توجه جدی قرار گرفت (INIC, 2005). جی‌سر<sup>۴</sup> این فناوری را این‌گونه توصیف می‌کند (Geiser, 2004): فناوری نانو، امکانی برای ساختن سامانه‌های مولکولی، با دقت اتم به اتم فراهم می‌کند که سبب ظهور انواع دستگاه‌های نانویی می‌شود. «ستاد ویژه توسعه فناوری نانو» نانو فناوری را این‌گونه تعریف می‌کند: «فناوری نانو به‌کارگیری دانسته‌های

- 
1. Cozzens
  2. Rotolo
  3. Eric Drexler
  4. Geiser

علمی برای کنترل و استفاده از مواد نانومقیاس است، به گونه‌ای که خواص و پدیده‌های مرتبط با اندازه مشاهده شود.» (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۶).

در سال ۱۳۷۹ دانشمند ایرانی مقیم امریکا در باب فناوری نانو به رئیس مشاوران علم و فناوری رئیس‌جمهور، مرحوم ابتکار نامه‌ای می‌نویسد. در این نامه در زمینه نانو فناوری توضیح و پیشنهادی برای راه‌اندازی مرکزی در ایران ارائه می‌دهد. این اتفاق مقارن می‌شود با توجه رئیس‌جمهور وقت به شناسایی و تمرکز بر روی یک فناوری راهبردی و همین موضوع و پیگیری دکتر ابتکار و درخواست برای ارجاع بررسی این فناوری به دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری سرانجام به این موضوع می‌انجامد که نانوفناوری در دستور کار قرار گیرد (احمدوند، ۱۳۸۸). حدود ۲/۵ سال بعد نیز، ستاد نانوفناوری با دستور رئیس‌جمهور در شهریور ۱۳۸۲ تشکیل می‌شود (انصاری و طباطباییان، ۱۳۸۹). پس از تشکیل ستاد، تدوین برنامه بلندمدت ده‌ساله در سال ۱۳۸۳ در دستور قرار می‌گیرد و در سال ۱۳۸۴ سندی با عنوان «سند راهبرد آینده» شامل چشم‌انداز، مأموریت، اهداف کلان، سیاست‌ها، راهبردها و برنامه‌های اجرایی و ساختار ستاد تصویب و توسط هیئت دولت ابلاغ می‌شود (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۸۴b). در ادامه سندی تکمیلی برای توصیف ابعاد، روش‌شناسی و برنامه‌های سند راهبرد آینده با عنوان «سند تکمیلی راهبرد آینده» منتشر می‌شود (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۸۴a). باگذشت سه‌سال از فعالیت ستاد نانو و با تجربه‌های اجرای سند، دبیرخانه ستاد با ارزیابی فعالیت سال‌های گذشته و بهره‌گیری از نظر خبرگان سند تکمیلی دوم را با افق زمانی سه‌ساله (۱۳۸۷ - ۱۳۸۹) تدوین و در سال ۱۳۸۷ منتشر می‌کند (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۸۷). پس از آن نیز سند تکمیلی سوم برای افق چهارساله (۱۳۹۰ - ۱۳۹۳) تدوین و منتشر می‌شود (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۱). با تدوین این برنامه‌ها، ستاد برنامه‌ریزی‌های لازم را برای رشد و توسعه این فناوری در ایران انجام داده است و تاکنون موفقیت‌های خوبی هم به‌دست آورده است. در این زمینه نشریه ACS بیان می‌کند که فناوری نانو در ایران طی سال‌های گذشته، بدون وابستگی به غرب در حال رشد و توسعه است و تجهیزات بسیار پیشرفته‌ای در این کشور ساخته شده است (ACS, 2013).

### سیاست فناوری و نوآوری

سیاست فناوری از جمله مفاهیمی است که می‌توان آن را در قالب سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری دید. سرکیسیان و بهرنگ سیاست فناوری را در کنار سیاست علم و نوآوری قرار می‌دهند (سرکیسیان،

۱۳۸۴) شریف، سیاست فناوری را بیانیه‌ای جامع می‌داند که توسط سیاست‌گذار دولتی برای ارتقا و تنظیم تولید و دریافت و توسعه علم و فناوری اعلام می‌شود (Sharif, 1986). برخی سیاست فناوری را این‌گونه تعریف می‌کنند که بر تصمیمات شرکت‌ها درباره توسعه، تجاری‌سازی و اتخاذ فناوری‌های جدید تأثیر می‌گذارد (Mohr, 1999). قاضی نوری سیاست فناوری را برنامه‌ای می‌داند که هدایت، تشویق، ایجاد، کسب، توسعه و انتشار فناوری را بر عهده داشته باشد. او معتقد است سیاست فناوری باید بتواند نوآوری فناوری را افزایش دهد و استفاده گسترده‌تر از پیشرفت‌های فناورانه را آسان کند (Ghazinoory, 2002). سیاست‌های فناوری سرانجام به دنبال ایجاد رشد اقتصادی است و برای سیاستگذاری آن رویکردهای متفاوتی بیان شده است. اما از آنجا که می‌توان سیاست فناوری را بخش خاصی از سیاست نوآوری در مفهوم گسترده آن دانست، می‌توان از رویکردهای سیاستگذاری نوآوری نیز استفاده کرد (انصاری و طباطباییان، ۱۳۸۹؛ سرکیسیان، ۱۳۸۴؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). در واقع می‌توان سیاستگذاری‌های کلان علمی و فناورانه را در دیدگاهی گسترده‌تر با عنوان سیاستگذارهای نوآوری مورد توجه قرار داد. یکی از رویکردهای سیاست‌گذاری‌های نوآوری، نظام‌های نوآوری<sup>۱</sup> است که می‌تواند به عنوان چارچوبی برای تدوین سیاست فناوری و نوآوری مورد استفاده قرار گیرد.

### نظام‌های نوآوری

ایده کانونی رویکرد نظام‌های نوآوری در دهه‌های پایانی قرن بیستم شکل گرفت. در آن زمان ماهیت اقتصادی نوآوری و نقش آن در رشد اقتصادی مورد توجه بود و این رویکرد مبتنی بر همین موضوع توسعه پیدا کرد و به سرعت به یک چارچوب برای مطالعه و سیاست‌گذاری تبدیل شد (کرمانشاه و موسوی، ۱۳۹۱). این رویکرد توانست در مدت‌زمان بسیار کم جایگاه قابل‌توجهی پیدا کند، به طوری که امروزه در بسیاری از زمینه‌های پژوهشی و هم‌چنین به عنوان چارچوبی برای سیاست‌گذاری نوآوری از آن استفاده می‌شود (موسوی درچه و همکاران، ۱۳۹۲). ادو کوئیست نظام نوآوری را اینگونه تعریف می‌کند: «همگی عوامل مهم اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی و... که بر توسعه، انتشار و استفاده از نوآوری‌ها تأثیر گذارد» (Edquist, 2013). برخی معتقد هستند نظام نوآوری نشان‌دهنده عناصر جدا از هم و ارتباطات میان آنها است که به پیدایش نوآوری‌ها منجر می‌شود (Feldman & Florida, 1994). پژوهشگران دیگری نظام‌های نوآورانه را شبکه پویایی از

بازیگران می‌دانند که در یک زمینه اقتصادی و صنعتی و تحت یک چارچوب نهادی خاص با یکدیگر در تعامل هستند و در خلق و انتشار و بهره‌برداری از فناوری درگیرند (Carlsson & Stankiewicz, 1991). به‌طور کلی می‌توان چهار دسته نظام ملی نوآوری، نظام بخشی نوآوری، نظام فناورانه نوآوری و نظام منطقه‌ای نوآوری را به‌عنوان مهم‌ترین رویکردهای نظام نوآوری مطرح کرد (باقری مقدم، ۱۳۹۱).

نظام‌های نوآوری مؤلفه‌ها و کارکردهایی دارد. سازمان‌ها و نهادها را می‌توان به‌عنوان مؤلفه اصلی نظام نوآوری تلفی کرد. ادکوئیست معتقد است (Edquist, 1997) سازمان‌ها، ساختار رسمی با منظور مشخص است و آگاهانه ایجاد شده‌اند. آنها همان بازیگران و عاملان هستند. نهادها نیز مجموعه‌ای از عادات، هنجارها، اقدامات انجام‌شده، قواعد یا قوانین رایج است که روابط و تعاملات بین بازیگران و عاملان را تنظیم می‌کند.

کارکردها بیان‌کننده چیزی است که در سامانه رخ می‌دهد. در واقع کارکردها، همان عوامل تعیین‌کننده فرایندهای نوآوری یا عوامل تأثیرگذار بر آن است. برای کارکردها در نظام‌های نوآوری دسته‌بندی‌های متفاوتی ارائه شده است که موسوی و همکاران ۱۱ دسته‌بندی ارائه شده در ادبیات را گردآوری و در کتاب خود به آن اشاره کرده‌اند (موسوی درچه و همکاران، ۱۳۹۲). تعداد زیادی از این دسته‌بندی‌ها در هفت کارکرد کلیدی اشتراک دارند و فقط ممکن است در نام‌گذاری‌ها تفاوتی وجود داشته باشد. متوسلی و همکاران آنها را این‌گونه بر می‌شمارند: خلق دانش، انتشار (توسعه) دانش، جهت‌دهی به سامانه، تلاش‌های کارافرینانه، شکل‌گیری به بازار، مقبولیت‌بخشی و تأمین و تسهیل منابع (متوسلی و همکاران، ۱۳۹۲). در این پژوهش برای تحلیل حکمرانی نانوفناوری از این کارکردهای هفت‌گانه نظام نوآوری فناورانه استفاده شده است.

### حکمرانی

اصطلاح حکمرانی، بیشتر برای توضیح تغییرات در ماهیت و نقش دولت و در پی اصلاحات بخش عمومی در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ به‌کار رفته است. بیشتر گفته می‌شود که این اصلاحات به جابه‌جایی از دیوانسالاری سلسه‌مراتبی به سمت به‌کارگیری بیشتر بازارها، شبه‌بازارها و شبکه‌ها به‌ویژه در ارائه خدمات عمومی منجر شده است (Bevir, 2008).

در ادبیات تعاریف گوناگونی از حکمرانی ارائه شده است. برخی حکمرانی را راهبری سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی و به‌عنوان فرایند هماهنگی میان شبکه‌ای از بازیگران مستقل مبتنی بر

نظام‌های نهادینه‌شده‌ای از قوانین می‌دانند (Treib et al., 2007). دیگران حکمرانی را روشی از سبک‌های حکومت تعریف می‌کند که در آن ترکیبی از بازیگران عمومی و خصوصی از سطوح گوناگون، جامعه را از راه شبکه‌ها و ابزارهای سیاستی مدیریت می‌کنند (Hysing, 2009). فیلیپ لانژ نیز حکمرانی را فرایند تعامل میان حکومت و بخش خصوصی با هدف تحقق اهداف جمعی می‌داند (Lange et al., 2013). در واقع حکمرانی عبارت است از قوانین و فرایندهایی که بر سبک سیاست‌گذاری و چگونگی تأثیرگذاری ذی‌نفعان در فرایند سیاست‌گذاری تأثیر می‌گذارد و به‌طور معمول با ویژگی‌هایی از جمله مشارکت، مسئولیت‌پذیری، اثربخشی و یکپارچگی نشان داده می‌شود (Kemp et al., 2005). مطابق این نظریات و تجربه‌های جدید حکمرانی، نقش آفرینان سیاسی محدود به عوامل بسیج‌شده و سازمان‌دهی‌شده در جامعه نمی‌شوند و حکومت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی به‌صورت روزافزون فعالیت حکمرانی را با نقش آفرینان اجتماعی شامل بنگاه‌های خصوصی، سازمان‌های غیر حکومتی و ارائه‌دهندگان خدمات غیرانتفاعی، به اشتراک می‌گذارند (Bevir, 2012). در این معنا حکمرانی شبکه‌ای خودسازمان‌دهی‌شده و بین‌سازمانی است که دربرگیرنده بازیگران غیردولتی نیز هست (Kohler-Koch, 2005).

### رویکردها و الگوها در حکمرانی

الگوی هایسینگ: وی در پژوهش خود شدت مداخله دولت را عامل تعیین‌کننده برای جانمایی سبک‌های متفاوت حکمرانی مد نظر قرار می‌دهد و آن را بین دو قطب «دخالتمستقیم حکومت» و «خودمختاری اجتماعی» و در سه بعد «سبک و ابزارهای حکمرانی»، «چگونگی ارتباط بخش عمومی و خصوصی» و «سطح سیاست‌گذاری» تعریف می‌کند (Hysing, 2009).

الگوی درایسن: وی چارچوبی را با توجه به پژوهشی که بر روی سبک حکمرانی محیط زیست انجام داده بود، ارائه داد. او بر روی مشارکت ذی‌نفعان در حکمرانی به‌عنوان یک عامل در تغییر سبک معتقد است و سبک‌های حکمرانی را دارای دو ویژگی بازیگران چندگانه و حکمرانی چندسطحی می‌داند و هر سبک را بر اساس سه بعد بازیگران، نهادها و محتوا تجزیه و تحلیل می‌کند (Lange et al., 2013).

الگوی آرنوتز: او در پژوهش خود چهار سبک حکمرانی سلسله‌مراتبی، حکمرانی مشارکتی بسته، حکمرانی مشارکتی باز و حکمرانی خودمختار را شناسایی و برای هر سبک حکمرانی، سه بعد بازیگران، قدرت و قواعد بازی را معرفی کرده است. وی هم‌چنین عواملی را که می‌تواند در سبک



حکمرانی تغییر ایجاد کند به دو دسته عوامل درونی و عوامل بیرونی تقسیم کرد ( Arnouts et al., 2012).

الگوی تریب: تریب حکمرانی را در قالب سه بعد سیاسی، چگونگی اداره و سیاستی دسته‌بندی کرد و برای هر بعد، یک تا چند ویژگی را تحلیل کرده است (Treib et al., 2007). ابعاد حکمرانی الگوی تریب مبتنی بر نگاه وی به تعاریف حکمرانی در ادبیات بوده است.

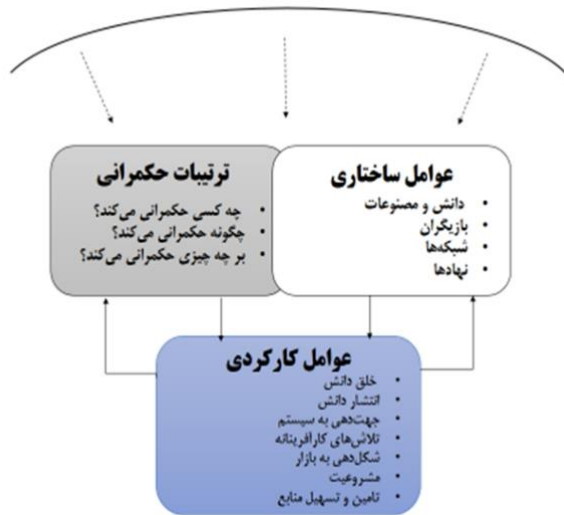
رویکرد هاگنچیک و همکاران: این الگو شش سبک حکمرانی نظام نوآوری را با توجه به چگونگی مشارکت ذی‌نفعان ارائه می‌دهد. این سبک‌ها عبارت است از: سبک راهبری دستوری، سبک راهبری مشارکتی، سبک راهبری آموزشی، سبک راهبری بازاری، سبک راهبری مجادله‌ای و سبک راهبری عقلایی (Hagendijk & Kallerud, 2003).

الگوی هیلمن و همکاران: در سال ۲۰۱۱، هیلمن و همکاران در پژوهشی با عنوان «رشد و توسعه فناوری‌های پایدار: چارچوبی برای تحلیل حکمرانی نظام‌های نوآوری» الگویی برای تحلیل حکمرانی نظام‌های نوآوری ارائه کردند که در چارچوب نظام نوآوری فناورانه معرفی شده بود؛ هرچند که معتقد بودند این الگو در چارچوب دیگر نظام‌های نوآوری نیز قابل استفاده است (Hillman et al., 2011). این الگو، حکمرانی نظام نوآوری فناورانه را در قالب سه بعد و هفت ویژگی تجزیه و تحلیل می‌کند.

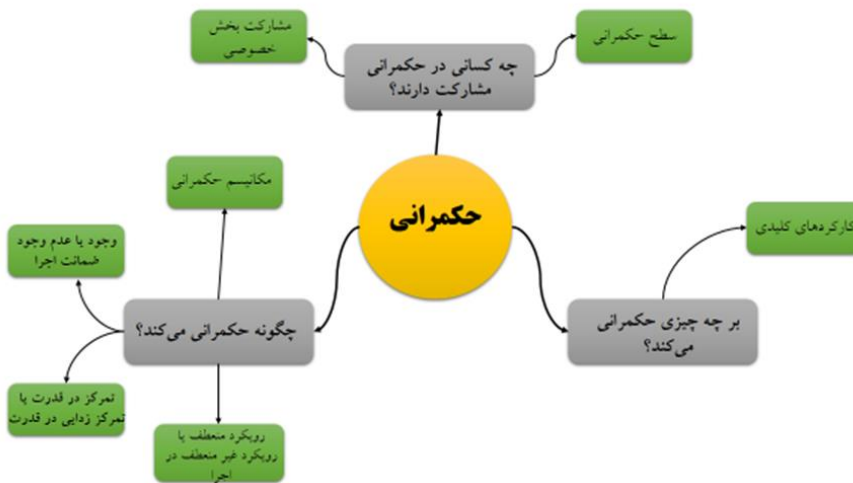
### **چارچوب مفهومی پژوهش**

باتوجه به بررسی ادبیات و مشورت با خبرگان، پژوهشگر رویکردی را مبنا قرار داد که هیلمن و همکاران ارائه کردند (Hillman et al., 2011). در شکل شماره ۱ چارچوب نظری پژوهش نشان داده شده است.

باتوجه به ادبیات حکمرانی و برخی الگوها و رویکردهای آن که به آن اشاره شد (Driessen et al., 2007; Loorbach, 2010; Nilsson et al., 2012; Treib et al., 2007). پژوهشگر پس از مشورت با خبرگان، مؤلفه‌هایی را به چارچوب هیلمن اضافه کرد که مبتنی بر آن چارچوب مفهومی پژوهش با سه بعد و هفت مؤلفه مطابق شکل شماره ۲ تدوین شد.



شکل ۱. چارچوب نظری تحقیق برگرفته از پژوهش هیلمن و همکاران



شکل ۱. چارچوب مفهومی پژوهش

باتوجه به توضیحات، ابعاد و جنبه‌های چارچوب مفهومی در ادامه و به صورت خلاصه بیان شده است.

#### ۱. چه کسانی در حکمرانی مشارکت می‌کنند؟

الف) سطح حکمرانی شامل یکی از سه سطوح محلی یا منطقه‌ای، ملی، بین‌المللی.  
 ب) مشارکت بخش خصوصی شامل یکی از سبک‌های دولت‌گرایی<sup>۱</sup> (حاکمیت مطلق دولت)، سبک کورپوریسم<sup>۲</sup> (مشارکت محدود بازیگران در ساختار بالا به پایین) و یا سبک پلورالیسم<sup>۳</sup> (مشارکت گسترده بازیگران بازار در چارچوب از پیش تعریف شده، سبک شبکه‌ای یا مشارکت فعال بازیگران و جامعه مدنی با نظارت حداقلی)

#### ۲. چگونه حکمرانی می‌کنند؟

الف) ساختار حکمرانی، شامل یکی از سازوکارهای تنظیمی (از راه کنترل سلسله‌مراتبی و دستوری اجرا می‌شود و محدودیت‌های کاملی را تعیین می‌کند. در واقع مجازبودن یا نبود یک فعالیت را بیان می‌کنند. برای مثال استاندارد محصولات، تعرفه‌ها و ممنوعیت‌های قانونی از راه اجبار است). مبتنی بر بازار (از راه تعدیل و بهبود مشوق‌های اقتصادی بازیگران بازار اجرا می‌شود و در قالب سیاست‌های طراحی بازار، مشوق‌های مالیاتی، یارانه‌ها و حمایت از سرمایه‌گذاری نمود پیدا می‌کند). هنجاری (این دسته از نهادها شامل استانداردهای اجتماعی، ارزش‌های قابل قبول در جامعه و دیدگاه‌های اکثریت در مورد مسائل گوناگون است و برخلاف نهادهای تنظیمی، اصول رسمی تلقی نشده و دارای ضمانت اجرایی به‌وسیله قانون نیست. در عوض این اصول به این دلیل که تابع سلیقهی اکثریت است و جزء انتظارات جامعه تلقی می‌شود، به اجرا در خواهد آمد. استفاده محدود از سوخت‌های فسیلی یا تولید پراکنده برق به‌جای تولید متمرکز نمونه‌ای از آنها است). فرهنگی - شناختی (این دسته از نهادها اصولی است که در چارچوب ذهنی افراد شکل می‌گیرد و بیانگر تصور و چشم‌انداز و انتظار فرد از فناوری است. این نهادها مشخص می‌کند که چه چیزی قابل فکرکردن است و چه چیزی قابل فکرکردن نیست. به‌عنوان مثال، وجود نگرش مثبت نسبت به آینده فناوری در ذهنیت افراد تصمیم‌گیر، سبب هدایت و ترغیب رشد توسعه فناوری در ابتدای راه می‌شود).

- 
1. Statism
  2. Corporatism
  3. Pluralism

ب) وجود یا عدم وجود ضمانت اجرایی

ج) تمرکز در قدرت یا تمرکززدایی در قدرت

د) رویکرد منعطف یا غیر منعطف در اجرا

۳. برچه چیزی حکمرانی می‌کنند؟

کارکردهای کلیدی، شامل یکی از کارکردهای زیر است:

الف) خلق دانش: دربرگیرنده فعالیت‌های یادگیری به‌ویژه در رابطه با دانش فنی فناوری نوظهور است. یادگیری مطالعاتی و یادگیری در عمل هم در این گروه می‌گنجد. این کارکرد به‌عنوان پیش‌نیاز ضروری برای توسعه فناوری قلمداد می‌شود.

ب) انتشار دانش: دربرگیرنده آسان‌سازی تبادل اطلاعات و ایجاد یادگیری تعاملی و وجود شبکه‌ای برای اشاعه دانش.

ج) جهت‌دهی به سامانه: اشاره به فعالیت‌هایی دارد که به مشخص شدن نیازها و جهت‌دهی فعالیت بازیگران به‌سمت آن نیاز منجر می‌شود.

د) تلاش‌های کارافرینانه: جست‌وجو در مورد فناوری‌های جدید حوزه یا اثبات مفیدبودن فناوری نوظهور در محیط تجاری است. این فعالیت‌های کارافرینی می‌تواند به غلبه بر ناآگاهی از نتایج فعالیت‌های کنونی منجر شود که به‌دلیل پیچیدگی قضاوت در مورد آینده آن ممکن نبوده است. برای مثال ساخت نمونه‌های اولیه از فناوری‌های جدید و برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی در این دسته قرار می‌گیرد.

ه) شکل‌گیری به بازار: فناوری نوظهور توانایی رقابت با فناوری‌های موجود را به‌صورت کامل ندارد. این کارکرد شامل فعالیت‌هایی مانند حمایت مالی است، که به ایجاد تقاضا برای فناوری منجر می‌شود.

و) مقبولیت‌بخشی: ظهور فناوری جدید بیشتر با مخالفت بازیگران همراه است. این کارکرد شامل رایزنی سیاسی، متقاعدسازی نهادهای پشتیبان و سپس رسمیت‌بخشیدن به فناوری است.

ز) تأمین و تسهیل منابع: این کارکرد اشاره به تخصیص سرمایه‌های مالی، انسانی و مکمل دارد که به توسعه فناوری کمک می‌کند.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از دید رویکرد قیاسی، از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ راهبرد پژوهش، مطالعه تک‌موردی جزء‌نگر است. برای جمع‌آوری داده‌ها از سوابق و گزارش‌های عملکرد، اسناد سیاستی، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، پرسشنامه و باتوجه به نزدیکی پژوهشگر با ستاد نانو در فرایند تدوین سند از مشاهده مستقیم استفاده شده است. نمونه‌گیری از جامعه آماری از نوع هدفمند بوده است. برای تحلیل داده از تحلیل محتوای کیفی، تحلیل روند و آمار توصیفی استفاده شده است.

قلمرو پژوهش، حوزه موضوعی حکمرانی فناوری‌های نوظهور است. دوره زمانی مورد مطالعه زمانی بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ (پانزده‌سال) است؛ یعنی از ابتدای ورود نانو فناوری به ایران تا انتهای سند ده‌ساله راهبرد آینده مورد بررسی قرار گرفته است.

به‌منظور انجام پژوهش از نظر ۱۱ نفر از خبرگان استفاده شده است. ترکیب مشارکت‌کنندگان از نظر سطح تحصیلات، ۵۵ درصد مدرک دکتری و ۴۵ درصد مدرک کارشناسی ارشد هستند هم‌چنین ترکیب مشارکت‌کنندگان از نظر تجربه کاری شامل ۹ درصد بین صفر تا دو سال، ۴۶ درصد بین دو تا چهار سال و ۴۶ درصد از چهار سال بیشتر است.

پژوهش به این دلیل که از چندین منبع (مصاحبه، پرسشنامه، اسناد سیاستی، گزارش‌های عملکرد و...) برای گردآوری داده‌ها استفاده کرده است و هم‌چنین گزارش داده‌ها توسط خبرگان مورد بازبینی قرار گرفته و پرسشنامه با همکاری آنها طراحی شده است، می‌توان گفت از لحاظ ساختاری قابل اعتماد است؛ هم‌چنین روابط علی مورد توجه بوده و از تجزیه و تحلیل در دوره‌های زمانی استفاده شده است؛ بنابراین به لحاظ عوامل داخلی نیز قابل اعتماد است. در طول پژوهش همواره دستورالعمل «مطالعه موردی» مدنظر قرار بوده، لذا طرح پژوهش اعتبار لازم را دارد. لازم به یادآوری است، استفاده از دو پنل برای جمع‌بندی نظرات، خود به کیفیت پژوهش کمک کرده است.

مراحل انجام پژوهش بر اساس دستورالعمل مطالعه موردی، شامل موارد زیر است:

۱. جمع‌بندی ادبیات و رسیدن به چارچوب مفهومی برای تجزیه و تحلیل
۲. ارتباط‌گیری با ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و مذاکره برای همکاری در زمینه طرح (در یک جلسه محتوای پژوهش، اهداف و دستاوردهای احتمالی مورد بحث قرار گرفت).
۳. دریافت اسناد سیاستی و گزارش‌های اجرایی از ستاد به‌عنوان دو منبع گردآوری داده

۴. مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و جمع‌آوری داده‌هایی که به تاریخچه، ساختار و چگونگی کار ستاد ویژه توسعه فناوری نانو پرداخته است. در این گام کتاب «الف تا ی» و هم‌چنین مصاحبه‌های ماهنامه نانو مد نظر قرار گرفت.
۵. مشخص کردن فعالیت‌ها، رویدادها و اقداماتی که در طول بازه مورد مطالعه صورت پذیرفته است.
۶. مشخص کردن ترتیبات حکمرانی از بین این فعالیت‌ها و رویدادها و اقدامات با همکاری خبرگان
۷. تهیه پرسشنامه با استفاده از ترتیبات حکمرانی مشخص شده و اجزای الگوی مفهومی
۸. تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان
۹. تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها و ارائه بازخورد به خبرگان
۱۰. انجام اصلاحات و تدوین پژوهش

### یافته‌های پژوهش

در این بخش برای تجزیه و تحلیل فرایندی سه مرحله که مرحله اول شامل چهار گام و مرحله دوم شامل سه گام و مرحله سوم شامل یک گام را طی خواهیم کرد. در مرحله اول و در گام نخستین، تمام رویدادهای نانو فناوری استخراج شد. در گام بعد اقدامات ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، مشخص شد. در گام سوم رویدادها و اقدامات نظیر، تطبیق و دسته‌بندی شد. در گام نهایی نیز از بین اقدامات مشخص شده نهایی، آنها که ترتیبات حکمرانی بود، طی پنل خبرگانی مشخص شد. در مرحله دوم و مبتنی بر چارچوب مفهومی پژوهش، پرسشنامه‌ای تدوین شد و در گام اول در اختیار خبرگان بخشی، یک خبره مدیریتی و خبره سیاست‌گذاری قرار گرفت. در گام بعدی ترتیبات حکمرانی مشخص شده با توجه به مطالب آرشویی، مصاحبه‌ها و اسناد سیاستی و مراجع کتابخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در گام سوم نتایج گام‌های اول و دوم این مرحله در کنار یکدیگر قرار گرفت و پس از مشخص شدن موارد اختلافی، موارد در پنل متشکل از دو خبره سیاست‌گذاری و یک خبره مدیریتی طرح و جمع‌بندی شد. در مرحله سوم نیز داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### مشخص کردن ترتیبات حکمرانی نانو فناوری

همان‌طور که در قسمت پیشین توضیح داده شد، این مرحله شامل چهار گام «مشخص کردن رویدادهای نانو فناوری»، «مشخص کردن اقدامات نانو فناوری»، «تطبیق رویدادها و اقدامات نظیر و ارائه دسته‌بندی» و «مشخص کردن ترتیبات حکمرانی» است.

در گام اول، رویدادهای نانو فناوری با استفاده از مصاحبه، اسناد آرشیوی و همچنین دیگر پژوهش‌های این حوزه از جمله رساله دکتری امیرینا<sup>۱</sup> و پژوهش محمدی و همکاران<sup>۲</sup> استخراج شد. در مجموع ۱۲۵ رویداد مشخص شد که در جدول شماره ۱ تعدادی از آنها به‌عنوان نمونه آمده است.

جدول ۱. تعدادی از رویدادهای مشخص‌شده حوزه فناوری نانو

ردیف	رویدادهای حوزه فناوری نانو
۱	تشریح اهمیت فناوری نانو در دیدار پروفیسور منصوری با مرحوم دکتر ابتکار و تشریح اهمیت فناوری نانو
۲	نامه دکتر ابتکار به رئیس‌جمهور و پیشنهاد فناوری نانو به‌عنوان فناوری اولویت‌دار ملی
۳	انجام مطالعات اولیه شناخت فناوری و ارائه گزارش راهبردی به رئیس‌جمهور وقت
۴	انتخاب فناوری نانو به‌عنوان فناوری راهبردی توسط ریاست جمهوری وقت
۵	انتخاب دفتر همکاری‌های فناوری و نوآوری به‌عنوان نهاد متولی و راه‌اندازی کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی در دفتر
۶	عضویت و حضور ایران در کمیته‌های بین‌المللی استانداردسازی فناوری نانو
۷	حضور ایران در اجلاس استانداردسازی فناوری نانو در امریکا
۸	تأمین مالی نیمی از سرمایه لازم برای تولید لوله‌های بدون صدا

در این گام مبتنی بر «سند راهبرد آینده» و اسناد تکمیلی اول و دوم و سوم راهبرد آینده، ۱۱۴ اقدام ستاد نانو استخراج شد. برخی از این اقدامات در عمل مشابه یکدیگر بود که در مراحل بعدی اقدامات مشابه، مشخص و تلفیق شده است. جدول شماره ۲ تعدادی از این اقدامات را نشان می‌دهد.

۱. رساله ایشان با عنوان «توصیف و تبیین مدل توسعه فناوری‌های نوظهور در ایران، مورد مطالعه: فناوری‌های نانو و بیل سوختی» در تابستان ۱۳۹۶ دفاع شد.

۲. این پژوهش با عنوان «تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نوظهور در ایران؛ مطالعه موردی بخش نانوفناوری» است.

جدول ۲. برخی از اقدامات مشخص شده منطبق بر اسناد سیاستی طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳

ردیف	اقدامات ستاد نانو منطبق بر اسناد سیاستی	ردیف	اقدامات ستاد نانو منطبق بر اسناد سیاستی	ردیف
۱	شبکه‌سازی متخصصان ایرانی فناوری نانو ساکن خارج از کشور و نیز متخصصان علاقه‌مند خارجی	۲	حمایت از جذب شرکت‌های نوپای فناوری نانو در مراکز رشد	
۳	فعال نمودن سفارتخانه‌ها و نمایندگی‌های ایران در خارج از کشور جهت شناخت فرصت‌ها و برقراری ارتباط	۴	اختصاص امکانات پارک‌های فناوری به شرکت‌های فعال در فناوری نانو	
۵	حمایت از فعالیت و سرمایه‌گذاری مشترک شرکت‌های ایرانی و بین‌المللی در داخل و خارج از کشور با انگیزه انتقال و جذب فناوری نانو به داخل با تأکید بر نقش بخش خصوصی	۶	حمایت از تشکیل خوشه‌های صنعتی، گروه‌های کسب‌وکار و شرکت‌های مادر و دارای نام تجاری معتبر در فناوری نانو به‌ویژه با مشارکت شرکت‌های بین‌المللی	
۷	اعطای مأموریت‌های خاص به مناطق آزاد و ویژه برای انتقال فناوری نانو به داخل	۸	ایجاد سازوکار شناخت دائمی و سریع فرصت‌های تجاری و معرفی به دستگاه‌های ذی‌ربط	
۹	برپایی و حمایت از کانون‌های تفکر و برنامه‌های آینده‌اندیشی برای بالا بردن قدرت تشخیص و تصمیم در حوزه فناوری نانو	۱۰	ارائه تسهیلات بازرگانی به صنایع دارای مزیت جهت استفاده از فناوری نانو	

در گام سوم اقدامات و رویدادهایی که امکان تجمیع داشت با یکدیگر تلفیق شد؛ سپس رویدادها و اقدامات نظیر مبتنی بر تحلیل محتوا تطبیق داده شد که سرانجام ۶۲ اقدام مشخص و درنهایت مبتنی بر «سند راهبرد آینده»، دسته‌بندی شد. در این پژوهش تمرکز ما بیشتر بر روی اقدامات بوده است. با این حال از آنجاکه امکان داشت رویدادی وجود داشته باشد که در اقدامات نیامده باشد، گام اول مد نظر قرار گرفت.

در این گام مبتنی بر اقدامات مشخص شده و طی برگزاری یک پنل، متشکل از سه نفر خبره شامل یک خبره مدیریتی و دو خبره سیاست‌گذاری، آن دسته از اقداماتی که جزء ترتیبات حکمرانی به‌شمار می‌آمد، مشخص شد؛ هم‌چنین بازه زمانی آنها نیز باتوجه به اسناد سیاستی و سوابق مشخص شد. نکته جالب‌توجه این بود که تقریباً تمام اقداماتی که در ستاد انجام شده بود تا انتهای بازه زمانی مطالعه ادامه داشته است. در اینجا مبتنی بر نظر هیلمن و همکاران (Hillman et al., 2011) در انتخاب ترتیبات حکمرانی بیشتر تمرکز بر آن دسته از ترتیباتی بود که به تأثیر قابل توجه بر کارکردها



منجر شده و بازیگران دولتی به‌تنهایی یا به همراه دیگر بازیگران آن را انجام داده بودند. جدول زیر ۲۳ ترتیب حکمرانی مشخص شده به را نشان می‌دهد.

جدول ۳. ترتیبات حکمرانی مشخص شده به‌همراه دوره زمانی آنها

ردیف	ترتیبات حکمرانی	سال شروع	سال پایان
۱	آموزش و ترویج نانو	۸۴	۹۳
۲	تقویت، ارتقای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو	۸۳	۹۳
۳	حمایت از ساخت تجهیزات آزمایشگاهی	۸۷	۹۳
۴	تدوین و اعمال استانداردهای حوزه نانو فناوری و سازوکارهای نظارت بر آنها	۸۵	۹۳
۵	کمک به ثبت و حمایت از مالکیت فکری	۸۴	۹۳
۶	حمایت از تأسیس، جذب و گسترش شرکت‌های نوپای فناوری نانو در مراکز رشد و پارک‌های فناوری	۸۷	۹۳
۷	حمایت از فناوران و شرکت‌های دانش‌بنیان برای بهبود نرخ موفقیت در تجاری‌سازی محصولات نانو	۹۰	۹۳
۸	تسریع فرایند تجاری‌سازی محصولات حوزه نانو	۸۷	۹۳
۹	حمایت از سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر در فناوری نانو	۸۶	۹۳
۱۰	استفاده از ظرفیت سرمایه‌گذاری دولتی و حمایت از تشکیل صندوق‌های غیردولتی	۹۰	۹۳
۱۱	کمک به حضور شرکت‌ها در نمایشگاه‌های اختصاصی و تخصصی فناوری نانو	۸۶	۹۳
۱۲	ایجاد شبکه شرکت‌های فناوری نانو	۸۷	۹۳
۱۳	برقراری ارتباط با مراکز بین‌المللی علمی، فناوری و صنعتی حوزه فناوری نانو	۸۶	۹۳
۱۴	هدایت پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی به‌سمت پژوهش‌های فناوری نانو	۸۳	۹۳
۱۵	حمایت از دستاوردهای فناوری پژوهشگران و مؤسسات	۸۵	۹۳
۱۶	ایجاد تمرکز در توسعه فناوری‌های کلیدی	۸۷	۹۳
۱۷	حمایت از آموزش، جذب و ارتقای نیروی انسانی بنگاه‌های فناوری نانو کشور	۸۵	۹۳
۱۸	برنامه‌ریزی بلندمدت برای رشد و توسعه فناوری نانو	۸۴	۹۳
۱۹	انتخاب دفتر همکاری‌های فناوری و نوآوری به‌عنوان نهاد متولی و راه‌اندازی کمیته مطالعات سیاست نانو فناوری در دفتر	۸۰	۸۹
۲۰	تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	۸۲	-
۲۱	حمایت رئیس‌جمهور وقت و تأکید معاون اول دولت از فناوری نانو	۸۰	-
۲۲	حمایت مقام معظم رهبری <sup>(مدظله‌العالی)</sup> از فناوری نانو در جلسه ارائه گزارش روند توسعه و دستاوردهای فناوری نانو به ایشان	۸۴	-
۲۳	حفظ ترکیب اعضای خانواده نانو در دستور مقام معظم رهبری <sup>(مدظله‌العالی)</sup> به رئیس‌جمهور وقت	۸۴	-

### وضعیت ترتیبات حکمرانی فناوری نانو

همان‌طور که پیشتر اشاره شد، مرحله دوم تجزیه و تحلیل داده، تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ای مبتنی بر چارچوب تحلیلی پژوهش است. این پرسشنامه در گام اول در اختیار هفت خبره بخشی و یک خبره مدیریتی و همچنین یک نفر از خبرگان سیاست‌گذاری قرار گرفت؛ سپس در گام دوم به بررسی وضعیت ترتیبات حکمرانی در اسناد و متون پرداخته شد و در گام سوم نیز موارد اختلاف نظر بین خبرگان مشخص شد و با توجه به گام دوم، وضعیت نهایی آنها مشخص شد. این کار از راه یک پنل، متشکل از یک خبره مدیریتی و دو خبره سیاست‌گذاری صورت گرفت.

در گام اول یافته‌های مبتنی بر اسناد در زمینه ترتیبات حکمرانی به صورت یک به یک و با روش تحلیل محتوا بررسی و سپس با چارچوب مفهومی پژوهش همراستا شد. در گام دوم با مقایسه خروجی گام‌های پیشین، مواردی که در آنها اختلاف وجود داشت، مشخص شد. این موارد در یک پنل سه نفره متشکل از یک خبره مدیریتی و دو خبره سیاست‌گذاری ارائه شد و جمع‌بندی‌های لازم صورت گرفت. جدول شماره ۴ وضعیت ترتیبات حکمرانی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. وضعیت ترتیبات حکمرانی به صورت دسته‌بندی شده

دسته برنامه	بر چه چیزی حکمرانی می‌کند؟	چگونه حکمرانی می‌کند؟					چه کسی حکمرانی می‌کند؟		سال پایان	سال آغاز	ترتیبات حکمرانی	رتبه
		رویکرد منعطف با غیرمنعطف در اجرا	تمرکز در قدرت یا تمرکززدایی از قدرت	وجود یا عدم وجود ضمانت اجرا	مکانیسم حکمرانی	مشارکت بخش خصوصی	سطح حکمرانی	مشارکت				
فرهنگ سازی و ترویج	مقبولیت بخشی	رویکرد منعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	گوربورسیسم	ملی	۹۳	۸۴	آموزش و ترویج نانو	۱	
سازماندهی و توسعه زیرساخت‌ها	انتشار دانش، تأمین و تسهیل منابع	رویکرد منعطف	عدم تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	شبکه‌ای	ملی	۹۳	۸۳	تقویت، ارتقای سخت افزاری و نرم افزاری شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو	۲	
	شکل‌دهی به بازار، تأمین و تسهیل منابع	رویکرد غیرمنعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	استیثا-سیسم	ملی	۹۳	۸۷	حمایت از ساخت تجهیزات آزمایشگاهی	۳	
	مقبولیت بخشی، شکل‌دهی به بازار	رویکرد غیرمنعطف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	پالورالسیسم	ملی / بین‌المللی	۹۳	۸۵	تدوین و اعمال استانداردهای حوزه نانو فناوری و مکانیسم‌های نظارت بر آنها	۴	
	انتشار دانش	رویکرد منعطف	عدم تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	بازار	گوربورسیسم	ملی / بین‌المللی	۹۳	۸۴	کمک به ثبت و حمایت از مالکیت فکری	۵	

## ادامه جدول ۴. وضعیت ترتیبات حکمرانی به صورت دسته‌بندی شده

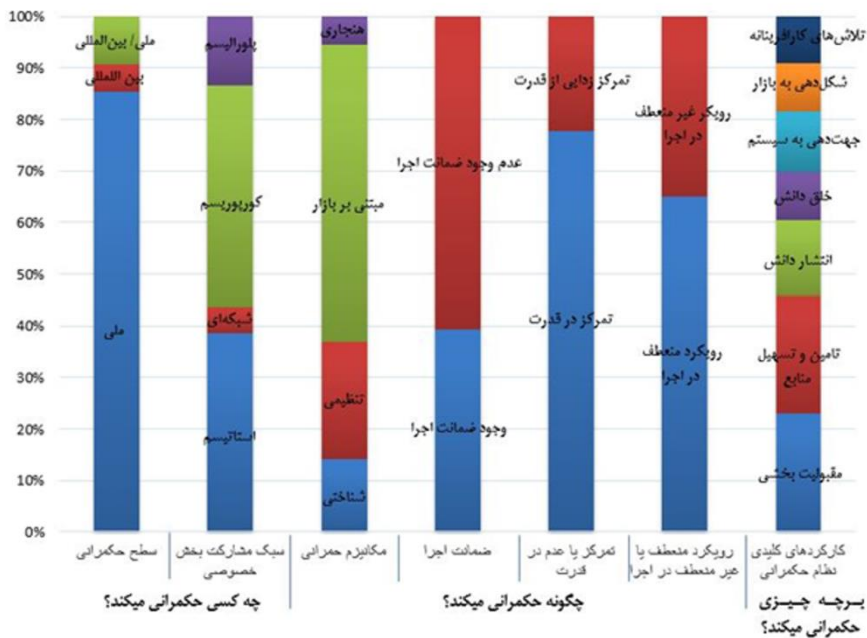
دسته برنامه	بر چه چیزی حکمرانی می‌کند؟	چگونه حکمرانی می‌کند؟				چه کسی حکمرانی می‌کند؟		سال پایان	سال آغاز	ترتیبات حکمرانی	ردیف
		رویکرد منعطف یا غیرمنعطف در اجرا	تمرکز در قدرت یا تمرکز زمانی از قدرت	وجود یا عدم وجود ضمانت اجرا	مکانیسم حکمرانی	مشارکت بخش خصوصی	سطح حکمرانی				
انتقال و انتشار و تجاری‌سازی فناوری	تلاش‌های کارآفرینانه انتشار دانش	رویکرد منعطف	عدم تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	پلورالیسم	ملی	۹۳	۸۷	حمایت از تأسیس، جذب و گسترش شرکت‌های نوپای فناوری نانو در مراکز رشد و پارک‌های فناوری	۶
	تلاش‌های کارآفرینانه	رویکرد منعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	استیجابیسم	ملی	۹۳	۹۰	حمایت از فناوران و شرکت‌های دانش‌بنیان برای بهبود نرخ موفقیت در تجاری‌سازی محصولات نانو	۷
	تلاش‌های کارآفرینانه، انتشار دانش	رویکرد منعطف	عدم تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	کورپوریسم	ملی	۹۳	۸۷	تسریع فرآیند تجاری‌سازی محصولات حوزه نانو	۸
	تأمین و تسهیل منابع	رویکرد غیرمنعطف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	بازار	کورپوریسم	ملی	۹۳	۸۶	حمایت از سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر در فناوری نانو	۹
	تأمین و تسهیل منابع	رویکرد غیرمنعطف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	بازار	کورپوریسم	ملی	۹۳	۹۰	استفاده از ظرفیت سرمایه‌گذاری دولتی و حمایت از تشکیل صندوق‌های غیردولتی	۱۰
بازارسازی و حمایت از تولید و فروش	شکل‌دهی به بازار	رویکرد منعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	کورپوریسم	ملی	۹۳	۸۷	کمک به حضور شرکت‌ها در نمایشگاه‌های اختصاصی و تخصصی فناوری نانو	۱۱
	مقبولیت بخشی	رویکرد منعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	شناخت و شناخت	استیجابیسم	ملی	۹۳	۸۷	ایجاد شبکه شرکت‌های فناوری نانو	۱۲
ارتقا همکاری‌های بین‌المللی	خلق دانش، انتشار دانش	رویکرد غیرمنعطف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	شناخت و شناخت	کورپوریسم	بین‌المللی	۹۳	۸۶	برقراری ارتباط با مراکز علمی، فناوری و صنعتی حوزه نانو فناوری	۱۳

## ادامه جدول ۴. وضعیت ترتیبات حکمرانی به صورت دسته‌بندی شده

دسته برنامه	بر چه چیزی حکمرانی می‌کند؟	چگونه حکمرانی می‌کند؟					چه کسی حکمرانی می‌کند؟		سال آغاز	سال پایان	ترتیبات حکمرانی	ردیف
		با غیر منطفف در اجرا	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت با	تمرکز زمانی از قدرت	وجود یا عدم وجود ضمانت اجرا	مکانیسم حکمرانی	سطح حکمرانی				
توسعه منابع انسانی	تأمین و تسهیل منابع، خلق دانش	رویکرد غیر منطفف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	کرپوروریسم	رشد	۹۳	۸۳	هدایت پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی به سمت پژوهش‌های نانو فناوری	۱۴	
	خلق دانش، جهت‌دهی به سیستم	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	کرپوروریسم	رشد	۹۳	۸۵	حمایت از دستاوردهای فناوری محققان و مؤسسات	۱۵	
	جهت‌دهی به سیستم	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	استیثا ایسم	رشد	۹۳	۸۷	ایجاد تمرکز در توسعه فناوری‌های کلیدی	۱۶	
	تأمین و تسهیل منابع	رویکرد منطفف	عدم تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	بازار	کرپوروریسم	رشد	۹۳	۸۵	حمایت از آموزش، جذب و ارتقای نیروی انسانی بنگاه‌های فناوری نانو کشور	۱۷	
سیاست‌گذاری و ارزیابی	جهت‌دهی به سیستم	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	مجازی	پلورالیسم	رشد	۹۳	۸۴	برنامه‌ریزی بلند مدت برای رشد و توسعه فناوری نانو	۱۸	
	مقبولیت بخشی، تأمین و تسهیل منابع	رویکرد غیر منطفف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	استیثا ایسم	رشد	۸۹	۸۰	انتخاب دفتر همکاری‌های فناوری و نوآوری به عنوان نهاد متولی و راه‌اندازی کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی در دفتر	۱۹	
	تأمین و تسهیل منابع، مقبولیت بخشی	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	استیثا ایسم	رشد	-	۸۰	تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو	۲۰	
	مقبولیت بخشی	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	استیثا ایسم	رشد	-	۸۰	حمایت رئیس جمهوری وقت (آقای خاتمی) و تأکید معاون اول دولت (آقای عارف) از فناوری نانو	۲۱	
	مقبولیت بخشی، جهت‌دهی به سیستم	رویکرد منطفف	تمرکز در قدرت	عدم وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	استیثا ایسم	رشد	-	۸۴	حمایت مقام معظم رهبری از فناوری نانو در جلسه ارائه گزارش روند توسعه و دستاوردهای فناوری نانو	۲۲	
	مقبولیت بخشی	رویکرد غیر منطفف	تمرکز در قدرت	وجود ضمانت اجرا	تنظیمی	استیثا ایسم	رشد	-	۸۴	حفظ ترکیب اعضای خانواده نانو در دستور مقام معظم رهبری به رئیس جمهور وقت	۲۳	

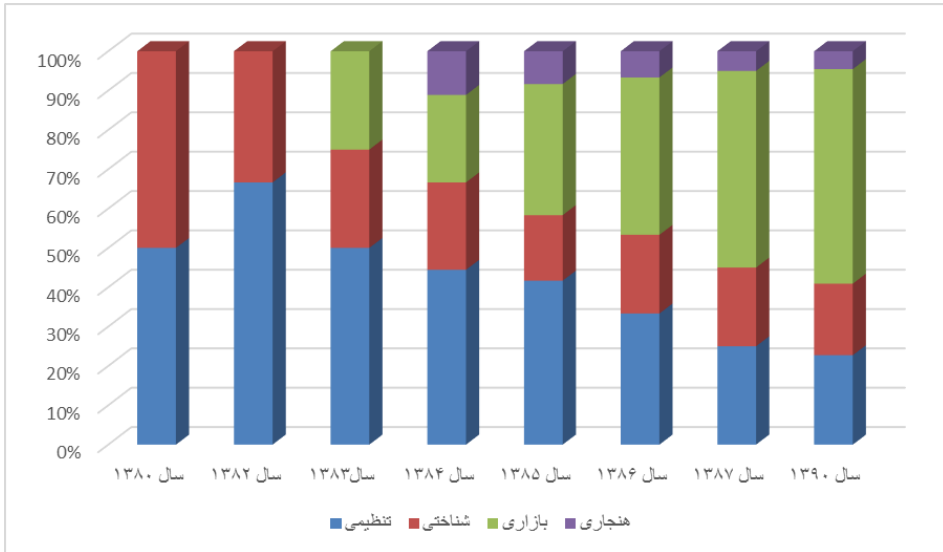
## تجزیه و تحلیل یافته‌ها

مبتنی بر جدول شماره ۴ می‌توان مشاهده کرد که از ۲۳ ترتیبات حکمرانی، ۲۰ مورد در سطح ملی، یک مورد در سطح بین‌المللی و دو مورد ترکیبی از سطوح ملی و بین‌المللی است؛ هم‌چنین نه ترتیب حکمرانی از سبک استیت‌ایسم، یکی از سبک شبکه‌ای، ده تا از سبک کورپوریسم و سه ترتیب از سبک پلورالیسم در مشارکت بخش خصوصی استفاده کرده است. در زمینه سازوکارهای حکمرانی، چهار ترتیب حکمرانی از سازوکار شناختی، پنج تا تنظیمی، ۱۳ تا بازاری و یکی از سازوکار هنجاری استفاده کرده است. از ۲۳ ترتیب حکمرانی، نه مورد دارای ضمانت اجرا و ۱۴ مورد فاقد ضمانت اجرا بود؛ هم‌چنین ۱۸ مورد تمرکز در قدرت و پنج مورد عدم تمرکز داشت و ۱۵ ترتیب دارای رویکرد منعطف در اجرا و هشت مورد فاقد رویکرد منعطف بود. در مورد فرایندهای کلیدی هم در این ۲۳ مورد ترتیبات حکمرانی، هشت مورد با کارکرد مقبولیت‌بخشی، هشت مورد با کارکرد تأمین و تسهیل منابع، پنج مورد انتشار دانش، سه مورد خلق دانش، چهار مورد جهت‌دهی به سامانه، سه مورد شکل‌دهی به بازار و سه مورد تلاش‌های کارآفرینانه می‌شود که در مجموع ۳۴ مورد می‌شود که در نمودار شماره ۱ قابل مشاهده است.

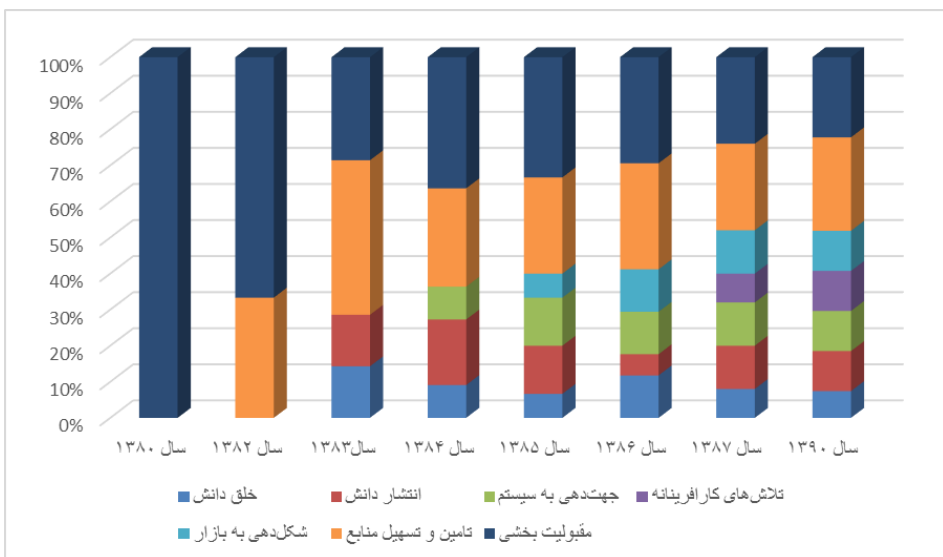


نمودار ۱. وضعیت ترتیبات حکمرانی بر اساس چارچوب پژوهش

از میان این مؤلفه‌ها، دو مؤلفه سازوکار حکمرانی و اینکه ترتیب نهادی مورد نظر بر روی کدامیک از کارکردهای کلیدی تأثیر می‌گذارد از اهمیت بیشتری برخوردار است. در نمودار شماره ۲ و ۳ وضعیت این دو مؤلفه در طول سال‌ها به صورت تجمیعی بررسی شده است.



نمودار ۲. وضعیت مکانیسم‌های ترتیبات حکمرانی به صورت تجمیعی در طول زمان



نمودار ۳. وضعیت کارکردهای تحت تأثیر ترتیبات حکمرانی به صورت تجمیعی در گذر زمان

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مبتنی بر تجزیه و تحلیل‌ها، بیش از ۸۵٪ حکمرانی نانو فناوری در ایران در سطح ملی صورت پذیرفته است و ما در موارد معدودی سطوح بین‌المللی ورود کرده‌ایم. در واقع جز در بحث مالکیت فکری، تدوین استانداردها و برقراری ارتباط با مراکز بین‌المللی ترتیب حکمرانی دیگری وجود ندارد که ناشی از سطح فراملی باشد. با توجه به نمودار شماره ۱، سبک مشارکت حکمرانی در نانو فناوری ایران بیشتر مبتنی بر استیت‌ایسم و کورپوریسم است؛ یعنی یا دولت به‌تنهایی و در حاکمیت مطلق ترتیبات حکمرانی را تنظیم می‌کند یا مشارکت بازیگران محدود و در یک ساختار از بالا به پایین بوده است؛ هم‌چنین بیش از ۵۰٪ سازوکارهای حکمرانی ترتیبات نانو فناوری از راه سازوکار بازار بوده است. بر اساس نمودار شماره ۳، سازوکارهای حکمرانی در سال‌های ابتدایی ورود نانو فناوری به ایران بیشتر از نوع تنظیمی و شناختی بوده است. پس از آن و بعد از شکل‌گیری ستاد در سال ۱۳۸۲، سازوکارهای بازار و هنجاری در ترتیبات دیده می‌شود که سهم سازوکارهای مبتنی بر بازار در گذر زمان افزایشی بوده است. ترتیبات حکمرانی با ضمانت اجرا به نسبت ترتیبات حکمرانی بدون ضمانت اجرا، سهم کمتری را در ترتیبات حکمرانی نانو فناوری ایران دارد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد ترتیبات حکمرانی نانو فناوری در ایران تمایل به سمت تمرکز قدرت در بین بازیگران کمتر بوده است تا قدرت پخش شده در اختیار تعداد بیشتری بازیگر باشد. سهم تأثیرگذاری ترتیبات بر روی کارکردهای «مقبولیت‌بخشی» و «تأمین و تسهیل منابع» از همه بیشتر است و در مجموع سهمی نزدیک به ۴۵ درصد از تأثیرپذیری را شامل می‌شود. پس از آن «انتشار دانش» و «جهت‌دهی به سامانه» قرار دارد. مبتنی بر نمودار شماره ۳، ترتیبات حکمرانی در سال‌های اول بیشترین تأثیر را در کارکرد مقبولیت‌بخشی داشته است که به تشکیل ستاد و تصویب سند منجر شده است. در طول سال‌ها نیز، کارکرد مقبولیت‌بخشی همواره سهم بیشتر از ۲۵ درصدی را به خود اختصاص داده است. در این بین نیز کارکرد «شکل‌دهی به بازار» از سال ۱۳۸۵ تحت تأثیر ترتیبات قرار گرفته و بعد از آن تقریباً سهم رو به رشدی داشته است.

باتوجه به یافته‌های پژوهش در مجموع می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که ترتیبات حکمرانی نانو فناوری ایران بیشتر در «سطح ملی» و با سبک مشارکت «حاکمیت مطلق دولت» و «کورپوریسم» صورت گرفته است. این حکمرانی در بیش از ۵۰٪ موارد از سازوکار «مبتنی بر بازار» استفاده کرده که به نوعی در مصاحبه دکتر سرکار نیز بیان شده است (زاهدی و رحمتی، ۱۳۹۵) و تمایل به «تمرکز

در قدرت» داشته و در بیش از ۷۰٪ موارد از رویکرد «منعطف در اجرا» برخوردار بوده است که بخشی از آن ناشی از مشیء مدیران ستاد نانو بوده است که معتقد به تعامل و انعطاف در اجرا هستند (زاهدی و رحمتی، ۱۳۹۵)؛ هم‌چنین ترتیباتی که «ضمانت اجرایی» داشته است، سهم کمتری را به نسبت ترتیبات بدون ضمانت اجرا به خود اختصاص داده است و کارکردهای «مقبولیت‌بخشی» و «تأمین و تسهیل منابع» سهم بیشتری را نسبت به دیگر کارکردها در تأثیرپذیری از ترتیبات حکمرانی این حوزه داشته است. در سال‌های اولیه سبک حکمرانی بیشتر حاکمیت مطلق دولت بوده است که با نتیجه پژوهش محمدی و همکاران مطابقت دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲)؛ هم‌چنین نشان‌دهنده حضور نداشتن بازیگر غیردولتی در سال‌های ابتدایی است که در مصاحبه‌ها و اسناد نیز آشکارا بیان شده است (Karimi, 2015). ایجاد سازوکارهای تنظیمی و شناختی در ابتدا، افزون بر ایجاد نهادهای لازم در این حوزه، شناخت کشور با این حوزه را نشان می‌دهد. بعد از آن نیز با تشکیل ستاد نانو و ایجاد ردیف بودجه اختصاصی سازوکارها بیشتر به سمت سازوکارهای مبتنی بر بازار پیش می‌رود. کیسر و پرنج در این زمینه استدلال می‌کنند که فعالیت‌های تنظیم‌گری در گذر زمان جای خود را به فعالیت‌های مبتنی بر بازار می‌دهد (Kaiser & Prange, 2004). منطبق بر یافته‌های پژوهش، حکمرانی نانو بیشتر روی ترتیباتی است که تمام حوزه نانو را پوشش می‌دهد تا یک فناوری خاص را. به عبارت دیگر غیر از ترتیبی که مربوط به «ایجاد تمرکز در توسعه فناوری‌های کلیدی» است، بیشتر ترتیبات حکمرانی بر روی تمام حوزه فناوری نانو تنظیم شده است. این نتیجه منطبق بر دیدگاه استرنر است که بیان می‌کند، معمولاً ترتیبات حکمرانی گسترده‌ای به منظور بهره‌وری هزینه پیشنهاد می‌شود (Stern, 2003). مبتنی بر سند تکمیلی سوم، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو معتقد است، دوره سند تکمیلی اول در حواصل سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶، ترویج فناوری و توسعه پژوهش مورد توجه جدی بوده است که با این پژوهش هم‌راستا است و در سند تکمیلی سوم (۱۳۹۰ - ۱۳۹۳) تأکید بر تجاری‌سازی دستاوردها و شکل‌گیری صنعت نانو بوده است (ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۹۶) که این مورد در این پژوهش دیده نشد. به بیان دیگر حداقل می‌توان گفت تعداد ترتیبات حکمرانی نانو، این موضوع را نشان نمی‌دهد که تمرکز خاصی بر روی بخش شکل‌دهی به بازار صورت گرفته باشد و شاید در صورت دسترسی به داده‌های هزینه‌کردهای ترتیبات حکمرانی، این امکان وجود داشت که نتیجه‌گیری دقیق‌تری در این مورد بیان شود.



باتوجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های نانوفناوری با مصداق‌های دیگری از فناوری‌های نوظهور در ایران از جمله فناوری زیستی و شناختی و حتی فناوری پیل سوختی که به شکست انجامیده است مقایسه شود. بررسی ادامه روند نانو فناوری در ایران و مقایسه آن با بازه زمانی این پژوهش نیز می‌تواند ضمن صحت‌سنجی پژوهش پیش رو بر درک بهتر از توسعه فناوری نانو کمک کند. یکی از نکات کلیدی که در طول پژوهش ذهن پژوهشگر را درگیر کرد، ثبات مدیریتی ستاد ویژه توسعه فناوری نانو بود؛ هم‌چنین ثبات کمتری در ساختارهای اداره ایران دیده می‌شود؛ لذا پیشنهاد می‌شود پژوهشی در زمینه این ثبات مدیریتی و تأثیراتی که بر توسعه و رشد فناوری نانو داشته است، تعریف شود.

## فهرست منابع

- احمدوند، ع. (۱۳۸۸). گذری بر فناوری نانو در ایران از ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸.
- انصاری، ر. و طباطباییان، س. (۱۳۸۹). چالش‌های اساسی سیاست‌گذاری تکنولوژی‌های نوظهور در ایران، نانو تکنولوژی به‌عنوان یک مثال، رشد فناوری، ۲۲.
- باقری مقدم، ن. (۱۳۹۱). مدل سیستم نوآوری تکنولوژیک انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه علامه طباطبائی - دانشکده مدیریت و حسابداری.
- زاهدی، ح. و رحمتی، ف. س. (۱۳۹۵). الف تا ی: روایتی از ورود ایران به سیاست‌گذاری فناوری نانو. بنیاد توسعه فردا.
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۸۴a). سند تکمیلی راهبرد آینده، قابل بازیابی در:  
[https://nano.ir/filereader.php?p1=main\\_38d2d1286412a6751e6832b7c3caf151.pdf&p2=static\\_page&p3=1&p4=1](https://nano.ir/filereader.php?p1=main_38d2d1286412a6751e6832b7c3caf151.pdf&p2=static_page&p3=1&p4=1)
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۸۴b). سند راهبرد آینده، قابل بازیابی در:  
[https://nano.ir/filereader.php?p1=main\\_b163bcc85c1f08f64f416e232e673462.pdf&p2=section&p3=1&p4=1](https://nano.ir/filereader.php?p1=main_b163bcc85c1f08f64f416e232e673462.pdf&p2=section&p3=1&p4=1)
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۸۷). سند تکمیلی دوم راهبرد آینده، قابل بازیابی در:  
[https://nano.ir/filereader.php?p1=main\\_1e3dea0ec1e55ac38ccff5c82f454fd8.pdf&p2=static\\_page&p3=1&p4=1](https://nano.ir/filereader.php?p1=main_1e3dea0ec1e55ac38ccff5c82f454fd8.pdf&p2=static_page&p3=1&p4=1)
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۹۱). سند تکمیلی سوم راهبرد ده‌ساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی، قابل بازیابی در:  
[https://nano.ir/filereader.php?p1=main\\_8ad47a88494835222b93203ed150d730.rar&p2=static\\_page&p3=1&p4=1](https://nano.ir/filereader.php?p1=main_8ad47a88494835222b93203ed150d730.rar&p2=static_page&p3=1&p4=1)
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (۱۳۹۶). سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴، قابل بازیابی در:  
<https://nano.ir/page/1/5009>
- ستاد ویژه فناوری نانو (۱۴۰۰). آمار کل فناوری نانو ایران، قابل بازیابی در:  
<https://nanoproduct.ir/page/2995>
- سرکسیان، آ. (۱۳۸۴). سیاست تکنولوژی اصول و مفاهیم. مرکز صنایع نوین ایران.
- کرمانشاه، ع. و موسوی، آ. (۱۳۹۱). تغییرات مفهومی در مسیر ظهور رویکرد نظام‌های نوآوری، سیاست علم و فناوری، (۲): ۶۳-۷۸.
- متوسلی، م؛ میگون پوری، م. و میگون پوری، ا. (۱۳۹۲). شناسایی عوامل مؤثر بر فرایند شکل‌گیری سیستم نوآوری فناورانه در کشور: الگویی مبتنی بر نظریه بر خاسته از داده. فرایند و توسعه، (۱): ۲۶.

محمدی، م؛ طباطباییان، ح. ا؛ الیاسی، م. و روشنی، س. (۱۳۹۲). تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نوظهور در ایران؛ مطالعه موردی بخش نانوفناوری. *سیاست علم و فناوری*، ۵(۴).  
 موسوی درجه، س. م؛ نصیری، م؛ معلمی، ع. ا. و باقری مقدم، ن. (۱۳۹۲). *موتورهای محرک نوآوری: چارچوبی اخلاقانه برای تحلیل پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه*. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

(INIC), I. N. I. C. (2005). **The Future Strategy**.

ACS. (2013). Defining NanoScience and NanoTechnology. **ACS Publications**, 7(3).

Arnouts, R., van der Zouwen, M., & Arts, B. (2012). Analysing governance modes and shifts—Governance arrangements in Dutch nature policy. **Forest Policy and Economics**, 16, 43–50.

Avila-Robinson, A., & Miyazaki, K. (2013). Evolutionary paths of change of emerging nanotechnological innovation systems: the case of ZnO nanostructures. **Scientometrics**, 95(3), 829–849.

Bevir, M. (2008). **Key concepts in governance**. Sage.

Bevir, M. (2012). **Governance: A very short introduction**. OUP Oxford.

Boyack, K. W., Klavans, R., Small, H., & Ungar, L. (2014). Characterizing the emergence of two nanotechnology topics using a contemporaneous global micro-model of science. **Journal of Engineering and Technology Management**, 32, 147–159.

Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, 1(2), 93–118.

Cozzens, S., Gatchair, S., Kang, J., Kim, K.-S., Lee, H. J., Ordóñez, G., & Porter, A. (2010). Emerging technologies: quantitative identification and measurement. **Technology Analysis & Strategic Management**, 22(3), 361–376.

Driessen, P. P. J., Dieperink, C., Laerhoven, F., Runhaar, H. A. C., & Vermeulen, W. J. V. (2012). Towards a conceptual framework for the study of shifts in modes of environmental governance—experiences from the Netherlands. **Environmental Policy and Governance**, 22(3), 143–160.

Edquist, C. (1997). **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. Psychology Press.

Edquist, C. (2013). **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. Psychology Press.

Eric, D. K. (1986). **Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology**. Anchor Book.

Feldman, M. P., & Florida, R. (1994). The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. **Annals of the Association of American Geographers**, 84(2), 210–229.

Geiser, K. (2004). Nanotechnology and environmental and public health considerations. **NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy**, 14(1), 9–18.

Ghazinoory, S. (2002). **Science & Technology Policy Making and Planning-Case Study: Nanotechnology in Iran**. Atena.

Hagendijk, R., & Kallerud, E. (2003). **Changing conceptions and practices of governance in science and technology in Europe: A framework for analysis**. STAGE (Science, Technology, and Governance in Europe) Discussion Paper, 2.

Hillman, K., Nilsson, M., Rickne, A., & Magnusson, T. (2011). Fostering sustainable technologies: a framework for analysing the governance of innovation systems. **Science and Public Policy**, 38(5), 403–415.

Hysing, E. (2009). From government to governance? A comparison of environmental governing in Swedish forestry and transport. **Governance**, 22(4), 647–672.

Kaiser, R., & Prange, H. (2004). Managing diversity in a system of multi-level governance: the open method of co-ordination in innovation policy. **Journal of European Public Policy**, 11(2), 249–266.

Karimi, R. (2015). **Attention to wealth generation**. Iran Nanotechnology Initiative Council, 22–26.

Kemp, R., Parto, S., & Gibson, R. B. (2005). Governance for sustainable development: moving from theory to practice. **International Journal of Sustainable Development**, 8(1–2), 12–30.

Kohler-Koch, B. (2005). **European governance and system integration**.

Lange, P., Driessen, P. P. J., Sauer, A., Bornemann, B., & Burger, P. (2013). Governing towards sustainability—Conceptualizing modes of governance. **Journal of Environmental Policy & Planning**, 15(3), 403–425.

Loorbach, D. (2010). Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework. **Governance**, 23(1), 161–183.

Martin, B. R. (1995). Foresight in science and technology. **Technology Analysis & Strategic Management**, 7(2), 139–168.

Mohr, H. (1999). Technology assessment in theory and practice. **Techné: Research in Philosophy and Technology**, 4(4), 233–235.

Nilsson, M., Hillman, K., & Magnusson, T. (2012). How do we govern sustainable innovations? Mapping patterns of governance for biofuels and hybrid-electric vehicle technologies. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 3, 50–66.

Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology?. **Research Policy**, 44(10), 1827–1843.

Selin, C. (2007). Expectations and the Emergence of Nanotechnology. **Science, Technology, & Human Values**, 32(2), 196–220.

Sharif, M. N. (1986). Measurement of technology for national development. **Technological Forecasting and Social Change**, 29(2), 119–172.

Small, H., Boyack, K. W., & Klavans, R. (2014). Identifying emerging topics in science and technology. **Research Policy**, 43(8), 1450–1467.

StateNano. (2020). **NUMBER OF NATIONAL NANOTECHNOLOGY STANDARDS**. <https://statnano.com/report/s105>

State Nano. (2021). **NANOTECHNOLOGY PATENTS IN USPTO**. <https://statnano.com/report/s103>

State Nano. (2022). **NANOTECHNOLOGY PUBLICATIONS**. <https://statnano.com/report/s29>

StatNano. (2022). **CITATIONS TO NANOTECHNOLOGY PUBLICATIONS**. <https://statnano.com/report/s36>

Sterner, T. (2003). Policy instruments for environmental and natural resource management. **Resources for the Future**.

Treib, O., Bähr, H., & Falkner, G. (2007). Modes of governance: towards a conceptual clarification. **Journal of European Public Policy**, 14(1), 1–20.