

# تحلیل شبکه‌ای مرحله تصمیم‌گیری در سیاست‌گذاری نانوتکنولوژی ایران: سند توسعه فناوری نانو

علی خواجه نائینی<sup>۱\*</sup>، کیومرث اشتریان<sup>۲</sup>، حنا محمدی کنگرانی<sup>۳</sup>

۱. دکتری سیاست‌گذاری عمومی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه سیاست‌گذاری عمومی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استادیار منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، هرمزگان، ایران

پذیرش: ۹۳/۲/۲۲

دریافت: ۹۲/۱۲/۴

## چکیده

سند راهبردی توسعه فناوری نانو ایران که سیاست‌گذاری این حوزه را در افق ۱۰ ساله (۸۴-۱۳۹۳) در بر دارد با تلاش‌های ستاد 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. این مقاله قصد دارد تا با تمرکز بر سند توسعه فناوری نانو و با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌ای، ضمن بررسی ارتباطات میان سازمانی و میان برنامه‌ای، مراکز قدرت را در شبکه ارتباطی سند شناسایی کرده و مورد تحلیل قرار دهد. بنابراین مرحله تصمیم‌گیری یا طراحی سیاست‌ها در فرایند سیاست‌گذاری نانوتکنولوژی کشور با محوریت سند مذکور مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد وزارتخانه‌های بهداشت، صنایع و علوم بازیگران اصلی شبکه بوده و بیشترین ارتباطات نیز میان این ۳ نهاد برقرار است. از طرف دیگر توجه نامناسب به ملاحظات زیست محیطی نانو تکنولوژی و جایگاه نامطلوب سازمان محیط زیست در این زمینه از نقاط ضعف سند مذکور می‌باشد.

**کلیدواژه‌ها:** نانوتکنولوژی، تحلیل شبکه‌ای، برنامه‌های اجرایی، سند توسعه فناوری نانو، ایران.



## ۱- مقدمه

باور اقتصاد سنتی و نئوکلاسیک مبنی بر اینکه «مزیت نسبی در منابع، تولیدات کشاورزی و نیروی کار ارزان و به نسبت غیر ماهر برای رونق ملی کافی است»، مدت زیادی دوام نیاورد. کاهش منابع و سقوط قیمت آن‌ها و نیز افزایش نیروی کار آموزش دیده و آماده به کار، دولت‌ها را در سراسر جهان مجبور کرد که مزیت نسبی جایگزینی را جستجو کنند. یکی از این گزینه‌ها، توسعه تکنولوژی‌های نو مانند بیوفناوری، فناوری اطلاعات و نانوفناوری است. پس از انقلاب‌های کشاورزی، صنعتی و اطلاعاتی گذشته- که سیمای جهان را دستخوش دگرگونی قرار داده‌اند- اینک نوبت انقلاب فناوری نانو می‌باشد که سرشتی چند رشته‌ای دارد. فناوری نانو انقلاب صنعتی دیگری خوانده می‌شود که تأثیر چشمگیر آن در آینده‌ای نه چندان دور در جوامع بشری و بر تمامی حوزه‌های اجتماعی ظاهر خواهد شد. فناوری نانو در زمره فناوری‌های راهبردی قرار دارد. به فناوری‌ای راهبردی گفته می‌شود که قسمت مهمی از تحقیقات پیشرفته را شامل شده، کاربردهای وسیع در تمام صنایع داشته و متحول‌کننده صنایع باشد؛ به نحوی که صنایع جدیدی به وجود آیند [۱، صص ۲۸-۳۳]. تکنولوژی‌های نوین در مقایسه با تکنولوژی‌های دیگر، ویژگی‌های منحصر به فردی مثل کم بودن فاصله میان علم، تکنولوژی و دانش فنی، تولید کردن ارزش افزوده بسیار زیاد و مصرف شدن مواد و مصالح کم در ساختمان آن‌ها را دارا می‌باشند.

برنامه‌ریزی‌های ملی پیشگامی برای فناوری نانو در کشورهای مختلف از اوایل قرن جدید میلادی آغاز شده است. تا سال ۲۰۰۳ حداقل ۳۵ کشور برنامه ملی برای توسعه نانو فناوری تدوین کرده‌اند [۲، صص ۷۰۶-۷۰۳] نوع سیاست‌گذاری کشورها در این برنامه‌های پیشگامی متفاوت بوده و بسته به شرایط و زمینه‌های هر کشور صورت می‌پذیرد. حوزه نانو تکنولوژی از آن چنان اهمیتی برای سیاست‌گذاران برخوردار است که میزان سرمایه‌گذاری کشورها در حوزه تحقیق و توسعه نانو تکنولوژی از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۵، ۹ برابر شده و از ۴۳۲ میلیون دلار به ۴/۱ میلیارد دلار رسیده است [۳، صص ۱۸۱-۱۹۰]. با وجود آنکه سرمایه‌گذاری کشورهایی مانند آمریکا و ژاپن در نانو تکنولوژی اختلاف زیادی ندارد، اختراع‌های ثبت شده در این دو کشور و نیز کشورهای دیگر با هم اختلاف زیادی دارند. این موضوع به دلیل تفاوت در بهره‌وری تحقیقات، زیرساخت‌های اقتصادی و

آموزشی-تحقیقاتی و نیز فرهنگ این کشورهاست [۳، ص ۵]. همین امر ضرورت سیاست‌گذاری مطلوب و کارآمد را در این حوزه دوچندان کرده و بهره‌گیری از عناصر مختلف را الزامی می‌کند. سیاست‌گذاری نانو تکنولوژی در جمهوری اسلامی ایران نیز از زوایای مختلفی قابل بررسی و تحلیل است. به دلیل آنکه مقطع زمانی مورد نظر این تحقیق، آغاز سیاست‌گذاری این حوزه در ایران را شامل می‌شود. این پژوهش بر آن است که متوجه شود تصمیم‌گیران سند راهبردی توسعه فناوری نانو جایگاه برنامه‌های اجرایی و سازمان‌های متولی اجرای این برنامه‌ها را چگونه طراحی کرده و به کدام‌یک از برنامه‌های اجرایی و سازمان‌ها قدرت بیشتری داده‌اند. در نهایت نیز شبکه ارتباطی سازمان‌ها و برنامه‌های اجرایی سند چگونه است؟

## ۲- «شبکه‌ای شدن» به مثابه مفهومی نو در سیاست‌گذاری و تحلیل

### سیاستی

ادبیات شبکه در اشکال مختلفی ظاهر می‌شود. این ادبیات گسترده، گستره‌ای از تحلیل شبکه اجتماعی<sup>۱</sup> [۴] تا جامعه شبکه‌ای<sup>۲</sup> که به وسیله انقلاب اطلاعاتی خلق شده [۵] و از شبکه‌های بازیگرمحور<sup>۳</sup> گسترش فناوری [۶] تا تحلیل چندفرهنگی<sup>۴</sup> [۷] را در بر می‌گیرد [۸، ص ۴۲۵]. مطالعه سیاست‌گذاری عمومی از طریق مطالعه رابطه میان سازمان‌های حکومتی با شبکه‌ای دیگر از سازمان‌های حامی منافع، آن چیزی است که از آن به نظریه‌های شبکه‌های سیاستی یاد می‌شود. نظریه‌های شبکه‌های سیاستی به اتخاذ یک رهیافت دولت‌محور درباره سیاست‌گذاری عمومی اقدام کرده و به رفتارهای نهادی می‌پردازند [۹، ص ۹۹]. این شبکه‌ها مجموعه‌ای از پیوندهای نهادین رسمی و غیر رسمی هستند که بین بازیگران دولتی و دیگر بازیگران حول اهداف، اعتقادات و یا منافع مشترک در سیاست‌گذاری و اجرای سیاست‌های عمومی شکل گرفته‌اند [۱۰]. بر مبنای رویکرد شبکه‌ای، یک سازمان به عنوان بخشی از ترتیب‌های پیچیده‌ای که دارای تعامل و رابطه متقابل با سایر سازمان‌ها است، در نظر گرفته می‌شود. سطح، کیفیت روابط و همکاری‌های بین سازمانی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل نظیر میزان اعتماد و اطمینان، میزان اشتراک اهداف و منافع یا میزان تشابه زمینه‌های فعالیت



دوطرف روابط قرار دارد. با اتخاذ رویکرد شبکه‌ای می‌توان نقایص و کاستی‌های بوروکراسی دولتی (نظیر چشم‌اندازهای محدود، کمبود منابع، عدم انعطاف، دانش محدود و منسوخ شده) و نیز نظام بازار (نظیر ناتوانی در ارائه کالاها و خدمات عمومی، ایجاد نابرابری‌های اجتماعی و آثار بیرونی و جانبی) را جبران کرده و چنین نارسایی‌ها را مرتفع ساخت [۱۱]. شبکه‌ها تنها شکل حکمرانی<sup>۵</sup> بوده که قادر به برخورد مناسب با مسائل پیچیده جوامع امروزی است که با ساختارهای سلسله‌مراتبی بوروکراسی‌های دولتی نمی‌توان به مقابله با آن‌ها پرداخت [۱۲، ص ۶]. یکی از اهداف مداخله‌های سیاستی دولت برای ایجاد شبکه‌ها، اصلاح روش‌های سنتی سازمان‌ها برای قاعده‌مند کردن همکاری‌ها است [۱۳]. بسیاری از کشورها اهمیت شبکه‌ها را در توسعه ظرفیت نوآوری، رقابت‌پذیری بین‌المللی و تولید ثروت دریافته‌اند. در واقع کشورهایی مثل آمریکا، استرالیا و انگلیس سیاست‌های نوآوری خود را از تحقیق و توسعه و بودجه‌های مربوط به آن به سمت حمایت از شبکه‌های نوآوری چند حوزه‌ای<sup>۶</sup> تغییر داده‌اند [۱۴].

«تحلیل شبکه‌ای» نیز از تازه‌ترین روش‌های مطرح شده می‌باشد که در خصوص حل مسئله، شناخت روابط، تصمیم‌سازی، تصمیم‌گیری، سیاست‌گذاری و مدیریت مؤثر واقع شده و به تصمیم‌گیرنده، مدیر یا سیاستگذار این امکان را می‌دهد که در این فرایند مشارکت کامل داشته باشد و در نهایت براساس تجارب و مهارت خود نتایج را تولید نماید. از سوی دیگر شبکه‌بندی، امکان بررسی و تحلیل ارتباطات میان یک مسئله با مسائل مرتبط را نیز میسر می‌سازد. به طور کلی، این رویکرد به بررسی و مطالعه چگونگی تأثیرگذاری ساختارهای اجتماعی روابط احاطه‌کننده فرد یا گروه یا سازمان بر عقاید و باورها می‌پردازد. قاعده کلی در آن این است که در آغاز باید ویژگی‌های روابط میان واحدها مورد بررسی قرار گیرند و نه ویژگی‌های خود واحدها. [۱۵]. مطالعه شبکه‌های سیاست‌گذاری منجر به ظهور چشم‌انداز رابطه‌ای<sup>۷</sup> در سیاست‌گذاری شده است [۱۶]. این چشم‌انداز مقبولیت قابل ملاحظه‌ای را در علوم اجتماعی در سه دهه اخیر کسب کرده است. طرفداران این چشم‌انداز [۱۶؛ ۱۷؛ ۱۸] اعتقاد دارند که پدیده‌های سیاسی و اجتماعی تنها در صورتی قابل درک هستند که به بازیگران انفرادی به صورت یک نظام اجتماعی و نه موجودیت‌های مجزا نگاه شود. این بازیگران دارای روابط چند جانبه با دیگر بازیگران هستند و بر تصمیم‌گیری و خروجی‌های سیاست‌گذاری

اثرگذارند. در نتیجه پژوهشگران نه تنها نباید به طور گسترده به نگرش‌های بازیگران بپردازند بلکه باید روابط و ساختارهایی را که بازیگران در آن‌ها عمل می‌کنند، نیز مورد تحلیل قرار دهند. توزیع قدرت در شبکه بر هماهنگی<sup>۱۹</sup> شبکه اثر می‌گذارد. هماهنگی به معنای حدی است که در آن بازیگران مختلف در رابطه با یکدیگر، به نحو مطلوب و به هم پیوسته‌ای در انجام مجموعه‌ای از وظایف عمل می‌کنند [۱۹]. معمولاً قدرت به معنای توانایی یک بازیگر برای کنترل بازیگر دیگر تعریف می‌شود [۲۰]. ادبیات مختلف شبکه نشان داده‌اند که توزیع قدرت در شبکه برای مدیریت مؤثر و به‌ویژه برقراری هماهنگی در آن حایز اهمیت است [۲۱]: [۲۲].

رامپرساد و دیگران با هدف بررسی مدیریت شبکه‌های نوآوری، تمرکز خود را بر شبکه‌های تکنولوژی‌های پیشرفته در استرالیا از جمله نانوتکنولوژی و بیوتکنولوژی و بازیگران کلیدی هر شبکه شامل بخش تجاری، سازمان‌های دولتی، نهادهای پژوهشی و دانشگاه‌ها قرار دادند. آن‌ها ضمن مدلسازی عناصر مؤثر در مدیریت شبکه به این نتیجه رسیده‌اند که مؤلفه‌های توزیع قدرت، اعتماد، هماهنگی و هارمونی بر نتایج<sup>۲۰</sup> هر دو شبکه مذکور اثر می‌گذارند. از دیگر یافته‌ها این است که کارایی<sup>۲۱</sup> ارتباطات و نیز کارایی تحقیق و توسعه<sup>۲۲</sup> بر اثربخشی ۱۲ شبکه تأثیرگذار هستند [۲۳]. در نهایت باید گفت که رویکرد شبکه‌ای در ایران نیز مورد استفاده نویسندگان مختلف قرار گرفته و به طور اساسی مفید بودن آن مورد تأیید قرار گرفته است؛ به عنوان مثال دانایی‌فر (۱۳۹۲) در پژوهشی ضمن بررسی دلایل شکلگیری مدیریت دولتی شبکه‌ای، پیوند آن با دیگر انواع نهضت‌های مدیریتی، مدل‌ها، نحوه استقرار و استفاده از آن در ایران را مورد بررسی قرار می‌دهد. در نهایت نویسنده نتیجه می‌گیرد که برای تحقق چشم‌انداز ملی جمهوری اسلامی در عصر تحولات مستمر، نهضت‌های سنتی و مدیریت دولتی نوین نمی‌توانند حاکمیت شبکه‌ای را در ایران جاری کنند و توسل به مدیریت دولتی شبکه‌ای به نظر اجتناب‌ناپذیر می‌آید [۲۴].

رویکرد شبکه‌ای در حوزه نانوتکنولوژی کشور قابل تحلیل و پیاده‌سازی می‌باشد. اگرچه دولت‌ها دارای اهداف و رویکردهای مختلف در برنامه‌های ملی نانوتکنولوژی خود هستند [ولی] شباهت‌های بسیاری بین این برنامه‌ها وجود دارد؛ برای مثال اغلب برنامه‌های نانو تکنولوژی 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، استانداردهای، انتقال تکنولوژی، تحقیق و توسعه، حمایت از صنایع، توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و انتشار نانوتکنولوژی در صنایع موجود [۲۵]. نوع برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انجام شده در کشور برای فناوری نانو، اولین تجربه ملی برای توسعه به موقع یک فناوری نوظهور است [۲۶ ص ز]. سیاست‌گذاری نانوتکنولوژی در ایران با کارکرد نهادینه‌سازی، قانونمندسازی و به طور 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 انتشار دانش ادامه پیدا کرده است، سپس کارکردهای شکلگیری بازار و فعالیت‌های کارآفرینانه ظهور می‌یابند [۲۷]. برنامه فناوری نانو ایران در سال ۱۳۸۴ با عنوان سند راهبرد ده‌ساله توسعه فناوری نانو (موسوم به راهبرد آینده) به تصویب هیأت 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 به عنوان متولی، مسئولیت اجرای هر برنامه را برعهده دارند (سند راهبرد آینده موجود در [www.nano.ir](http://www.nano.ir)). عنوان‌های این برنامه‌ها در پیوست ۱ آمده است.

مقاله حاضر با تمرکز بر سند راهبردی توسعه فناوری نانو- که سیاست‌گذاری این حوزه را در افق ده‌ساله (۹۳-۱۳۸۴) در بردارد- قصد دارد که ضمن بررسی روابط، تعامل‌های میان سازمان‌ها و برنامه‌های اجرایی سند، کانون‌های قدرت (سازمانی و برنامه‌ای) و نقش آن‌ها را در سیاست‌گذاری این حوزه شناسایی و تحلیل کند. با توجه به اینکه این سند با رویکرد نظام ملی نوآوری نگاشته شده [۲۸] 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.

### ۳- روش پژوهش

روش استفاده شده در این مقاله، تحلیل شبکه‌ای است. عناصر اصلی تحلیل شبکه‌ای که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از:

الف) شبکه: شبکه مجموعه‌ای است از حداقل سه نقطه و تعدادی یال که نشان‌دهنده وجود یا نبود ارتباط میان نقطه‌ها می‌باشد [۲۹].

ب) مرکزیت درجه<sup>۱۳</sup>: ساده‌ترین نوع مرکزیت است که ارزش مرکزیت هر نقطه تنها با شمارش تعداد همسایگان آن به دست می‌آید؛ هر چه مرکزیت درجه یک فرد بیشتر باشد، ارتباطات و شبکه بیشتری در اختیار داشته و قدرتمندتر و تأثیرگذارتر است [۳۰].

ج) مرکزیت بینابینی<sup>۱۴</sup>: در معیار مرکزیت بینابینی، هر چه تعداد دفعات بیشتری یک فرد در کوتاه‌ترین مسیرهای میان دو نفر در شبکه قرار گیرد، این فرد دارای موقعیت مساعدتری است؛ یعنی هر چه تعداد افراد بیشتری برای برقراری اتصال با دیگر افراد، به این فرد وابسته باشند، این فرد قدرت بیشتری دارد [۳۱].

د) نقاط برشی<sup>۱۵</sup>: نقاط برشی نقاطی هستند که با حذف آن‌ها، ساختار شبکه به دو بخش غیرمتصل و بدون ارتباط تبدیل می‌شود. قطعات نیز از مجزا شدن شبکه پس از حذف نقاط برشی حاصل می‌شوند که به آن‌ها بلوک گفته می‌شود [۳۲].

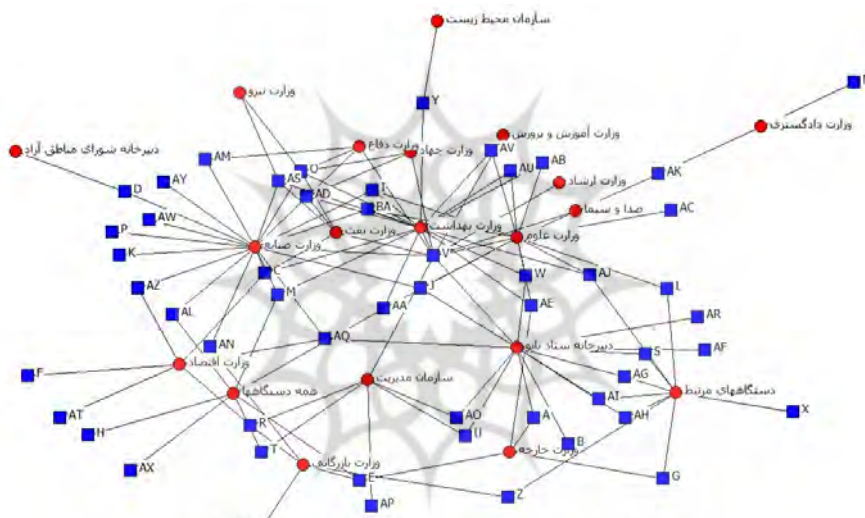
بر این اساس برای انجام پژوهش، داده‌های مربوط به روابط رسمی میان سازمان‌ها و برنامه‌های اجرایی درگیر در حوزه نانو تکنولوژی از سند توسعه فناوری نانو در ج.ا. ایران استخراج شده است و داده‌ها در قالب ماتریس دوجهی وارد نرم‌افزار UCINET شدند. سطرهای ماتریس را سازمان‌ها و ستون‌های آن را برنامه‌های اجرایی سند تشکیل می‌دهند. ارزش‌های سلول‌ها نیز نشان‌دهنده تعداد تکالیف قانونی هر سازمان درخصوص برنامه‌های مختلف هستند. برای سازمان‌های مسئول اجرای یک برنامه ارزش ۲ و برای سازمان‌های همکار در اجرای آن، ارزش ۱ منظور شدند.<sup>۱۱</sup> سپس این ماتریس دوجهی، به دو ماتریس تکوجهی سازمانی و برنامه‌ای تبدیل شد. در ادامه مرکزیت‌های درجه، بینابینی، نقاط برشی و ارزش ارتباطات آن محاسبه شدند. برای ترسیم شبکه‌ها نیز نرم‌افزار NETDRAW مورد استفاده قرار گرفت.



## ۴- نتایج و بحث

### ۴-۱- شبکه توسعه فناوری نانو با نمایش دو وجهی

شکل ۱ اولین شبکه ترسیم شده به وسیله نرم‌افزار NetDraw را که از ماتریس دووجهی ارزش‌دار حاصل شده است، نشان می‌دهد. البته روی این شکل پردازش داده‌ای و تصویری انجام نشده است. در این شبکه دوائر نشان‌دهنده سازمان‌ها و مربع‌ها معرف برنامه‌های اجرایی سند راهبردی توسعه فناوری نانو می‌باشند.



شکل ۱ شبکه دووجهی سازمان - برنامه بدون پردازش

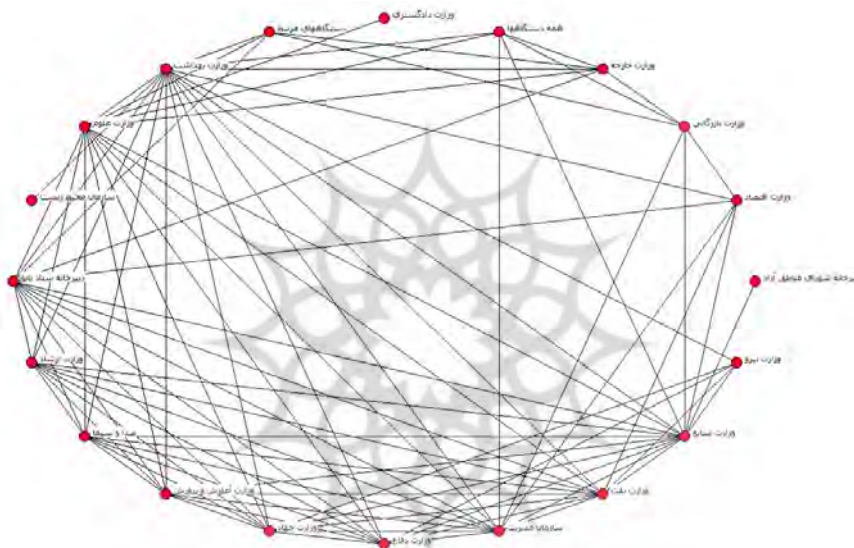
امکان تحلیل شبکه دووجهی بالا به دلیل درهم بودن روابط در شبکه دشوار است. بنابراین شبکه دو وجهی به دو شبکه تک وجهی (سازمانی و برنامه‌ای) تبدیل شده تا با استفاده از مفاهیم کلیدی تحلیل شبکه به توصیف و تحلیل شبکه روابط پرداخته شود.



#### ۲-۴- شبکه توسعه فناوری نانو با نمایش تکوجهی سازمانی

##### ۱-۲-۴- نمایش دایره‌ای

شکل ۲ از ماتریس تکوجهی سازمان - سازمان حاصل شده که به روش دایره‌ای نمایش داده شده است. نمایش دایره‌ای برای بررسی تراکم ارتباطات در بخش‌های مختلف شبکه به کار می‌رود؛ هر چه تراکم ارتباطات بیشتر باشد، شبکه تیره‌تر به نظر می‌رسد.



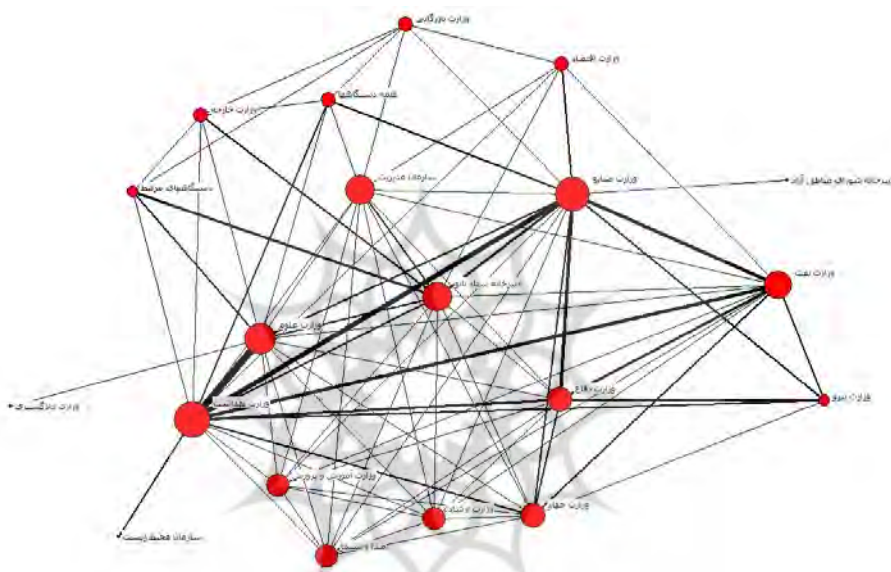
شکل ۲ شبکه تکوجهی سازمانی با نمایش دایره‌ای

شکل ۲ نشان می‌دهد که میان تعدادی از سازمان‌های این شبکه، ارتباط و همکاری قانونی وجود ندارد که این امر به دلیل جایگاه نامناسب آن‌ها و شکل نگرفتن دقیق و مطلوب شبکه می‌باشد. این امر موجب توزیع نامساوی قدرت و در نتیجه قدرت نامتوازن تر برخی از سازمان‌ها نسبت به بقیه می‌شود. همان‌گونه که در شکل مشخص است تراکم ارتباطات در نیمه بالای دایره بیشتر از نیمه زیرین است و این امر شبکه را از متوازن بودن و توزیع مناسب ارتباطات دور می‌کند.



#### ۴-۲-۲- نمایش و تحلیل مرکزیت

در اشکال شماره ۳ و ۴ به ترتیب مرکزیت‌های درجه و بینابینی سازمان‌های دخیل در اجرای سند راهبردی فناوری نانو محاسبه شده و تفاوت مرکزیت‌ها با تفاوت در اندازه نمایش داده شده است. سازمان‌های دارای مرکزیت‌های بیشتر با اشکال بزرگ‌تر نشان داده شده‌اند.



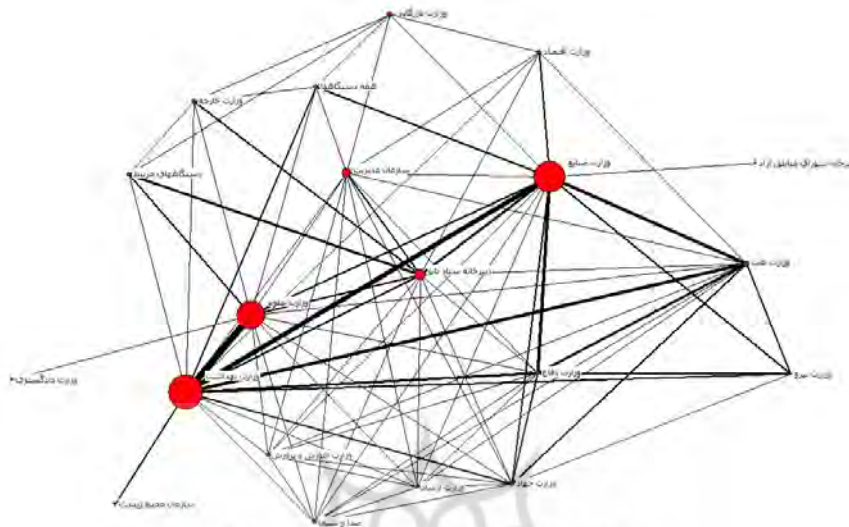
شکل ۳ شبکه تک‌وجهی سازمانی با نمایش مرکزیت درجه

بررسی مرکزیت درجه در شبکه نشان‌دهنده این امر است که وزارت بهداشت دارای بیشترین مرکزیت درجه در میان سازمان‌های ذکر شده در سند می‌باشد. وزارت صنایع رتبه دوم را از نظر مرکزیت درجه دارا بوده و پس از آن، دبیرخانه ستاد نانو و سازمان مدیریت با مرکزیت درجه یکسان قرار دارند. کمترین مرکزیت درجه از آن سازمان محیط‌زیست و وزارت دادگستری می‌باشد. جدول ۱ نمایانگر مقدار کمی مرکزیت درجه سازمان‌های دخیل در شبکه می‌باشد.

جدول ۱ مقدار کمی مرکزیت درجه سازمان‌های دخیل در شبکه

مرکزیت درجه	دستگاه
۱۶	وزارت بهداشت
۱۵	وزارت صنایع
۱۴	وزارت علوم
۱۳	سازمان مدیریت
۱۳	دبیرخانه ستاد نانو
۱۲	وزارت نفت
۱۱	وزارت جهاد
۱۰	وزارت آموزش و پرورش
۱۰	صدا و سیما
۱۰	وزارت ارشاد
۶	وزارت اقتصاد
۶	وزارت بازرگانی
۶	وزارت امور خارجه
۶	همه دستگاهها
۵	دستگاه‌های مرتبط
۵	وزارت نیرو
۱	وزارت دادگستری
۱	سازمان محیط زیست
۱	دبیرخانه شورای مناطق آزاد

شکل ۴ نمایانگر شبکه روابط میان سازمانی با نمایش مرکزیت بینابینی است. بر این اساس وزارت بهداشت بیشترین مرکزیت بینابینی را دارا بوده و پس از آن به ترتیب وزارت صنایع و وزارت علوم قرار دارند. در عین حال وزارتخانه‌های آموزش و پرورش، ارشاد، نیرو، دادگستری، سازمان‌های صدا و سیما و حفاظت محیط زیست دارای هیچ مرکزیت بینابینی در شبکه نیستند.



شکل ۴ شبکه تکیه‌سازمانی با نمایش مرکزیت بینابینی

مقدار کمی مرکزیت بینابینی سازمان‌ها در جدول ۲ ذکر شده است.

جدول ۲ مقدار کمی مرکزیت بینابینی سازمان‌های دخیل در شبکه

مرکزیت بینابینی	دستگاه مربوطه
۳۱/۸۵	وزارت بهداشت
۲۸/۳۵	وزارت صنایع
۲۵/۳	وزارت علوم
۷/۴۱۷	دبیرخانه ستاد نانو
۷/۱۱۷	سازمان مدیریت
۳/۱۳۳	وزارت نفت
۲/۵۱۷	وزارت بازرگانی
۱/۴	وزارت دفاع
۱/۴	وزارت جهاد
۱/۳۸۳	وزارت خارجه

ادامه جدول ۲

مرکزیت بینابینی	دستگاه مربوطه
۱/۳۳۳	همه دستگاه‌ها
۰/۹۳۳	دستگاه‌های مرتبط
۰/۸۶۷	وزارت اقتصاد
۰	وزارت آموزش و پرورش
۰	صدا و سیما
۰	وزارت ارشاد
۰	وزارت نیرو
۰	وزارت دادگستری
۰	سازمان محیط‌زیست
۰	دبیرخانه شورای مناطق آزاد

همان طور که نتایج نشان می‌دهد، وزارتخانه‌های بهداشت، صنایع و علوم به ترتیب دارای بیشترین مرکزیت (درجه و بینابینی) در شبکه هستند. این امر به آن معناست که این سه سازمان بیشترین قدرت تأثیرگذاری، مرکزی‌ترین جایگاه و نیز بیشترین قدرت ایزوله‌کردن ارتباطات را در شبکه دارا می‌باشند. بنابراین سیاست‌گذاری نانو تکنولوژی کشور که برپایه مرکزیت ۳ سازمان بالا قرار گرفته است، نشان می‌دهد که جهت‌گیری‌های بهداشتی، صنعتی (تجاری) و تحقیقاتی در حوزه نانو تکنولوژی از بیشترین میزان اهمیت برخوردار است. همچنین این سه سازمان اضلاع مثلث عرضه و تقاضا در حوزه نانو فناوری بوده و قدرت متوازن و غالب آن‌ها در شبکه به معنای توجه مناسب به متوازن بودن سیاست عرضه و تقاضا در این حوزه است. هرچند که در عمل هنوز ارتباطات و تعاملات لازم میان کارکردهای طرف عرضه و تقاضا شکل نگرفته و چرخه‌های تقویت‌کننده میان آن‌ها شکل نگرفته است [۲۷].

از طرف دیگر سازمان محیط‌زیست در گروه دستگاه‌هایی قرار دارد که از کمترین مرکزیت درجه و بینابینی در شبکه برخوردار است. نانو تکنولوژی دارای کاربردهای متناقضی در محیط‌زیست است و علی‌رغم برخی مزایای زیست‌محیطی مثل تولید نانو

حسگرها، نانو فیلترها و کاتالیست‌های زیست‌محیطی، برخی مطالعات سمی بودن بعضی از نانومواد و تغلیظ این مواد در بافت‌های موجودات زنده را به اثبات رسانده است. این مواد می‌توانند باعث ایجاد سرطان‌های پوستی، تخریب DNA و تأثیر بر ریه و شش‌ها شوند [۳۳]. بنابراین قدرت پایین و جایگاه نامطلوب سازمان محیط‌زیست در شبکه، نشان دهنده توجه کم و نامناسب سیاست‌گذاران به این نگرانی‌ها است. در نتیجه تقویت جایگاه این سازمان در جهت‌گیری‌های آینده توصیه می‌شود. مطلب دیگر جایگاه نسبتاً قدرتمند (چهارمین مرکزیت درجه) دبیرخانه ستاد نانو در شبکه می‌باشد. البته جایگاه واسطه‌ای این دبیرخانه (متناظر با مرکزیت بینابینی) از قدرت لازم برخوردار نیست. با توجه به اینکه این دبیرخانه به عنوان بازوی اجرایی ستاد توسعه فناوری نانو - متولی اصلی سیاست‌گذاری این حوزه - قلمداد می‌شود؛ انتظار می‌رود که این جایگاه از قدرت بیشتری برخوردار باشد. به خصوص تحقیقات نشان می‌دهد که یکی از الزام‌های موفقیت شبکه، وجود یک دبیرخانه فعال است که محور ارتباطات در شبکه است. روحیه تعاملی و برخورد فعالانه مدیریت شبکه (اعم از مدیر، دبیرخانه و شورا) تأثیر به‌سزایی در ایجاد و گسترش روابط دوجانبه و چندجانبه در شبکه داشته، منجر به افزایش پایداری آن خواهد شد [۱۳]. تصور یک شبکه موفق بدون یک دبیرخانه فعال دور از واقعیت است [۳۴]. بنابراین جایگاه قدرتمند دبیرخانه ستاد نانو می‌تواند باعث گسترش و تقویت ارتباطات و مهم‌تر از همه پایداری شبکه شود. امری که در شبکه کنونی به صورت نسبی وجود دارد (مرکزیت درجه دبیرخانه - با ارزش ۱۳ - مطلوب بوده ولی مرکزیت بینابینی آن - با ارزش ۷/۴ - تقریباً یک چهارم سازمان‌های قدرتمند بوده و در دسترس بودن آن را کاهش می‌دهد). البته مصاحبه‌های نویسندگان با مسئولان ستاد نانو نشان می‌دهد که این ستاد در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶ که رویکرد سازمان - برنامه بر سند راهبردی نانو حاکم بود بیشتر نقش تسهیل‌کننده و هماهنگ‌کننده را برای خود قائل بوده و ایفای نقش در سند راهبردی توسعه فناوری نانو برای ستاد نانو نیز با این هدف صورت پذیرفته بود. هرچند شواهد پیش گفته نشان می‌دهد که در طراحی این نقش در سند به این امر توجه نشده است.

در نهایت باید گفت که وزارت آموزش و پرورش، وزارت ارشاد و نیز سازمان صدا و سیما که وظیفه ترویج و آگاه‌سازی عمومی در حوزه نانو تکنولوژی را دنبال می‌کنند، از

جایگاه خوبی در شبکه (مرکزیت درجه ۱۰) برخوردارند. با توجه به اینکه کشور در آغاز راه ورود به این حوزه قرار دارد، این قدرت مناسب دستگاه‌های فرهنگ‌ساز مذکور می‌تواند در توسعه این فناوری مؤثر باشد.

### ۵- سازمان‌های برشی

۳ وزارتخانه علوم، صنایع و بهداشت سازمان‌های برشی شبکه هستند. این امر نشان‌دهنده قدرت و جایگاه بالایی این دستگاه‌ها در شبکه است، زیرا قادر هستند که ارتباطات سازمان‌های دیگر را افزایش داده یا مانع از آن شوند. با حذف این ۳ دستگاه، شبکه به ۳ بلوک بدون ارتباط تبدیل می‌شود.

### ۶- ارتباطات میان سازمانی

بیشترین ارتباطات میان دستگاه‌ها در اجرای برنامه‌های اجرایی سند نانو میان وزارت بهداشت و وزارت علوم (با ارزش ۳۴) وجود دارد و رتبه دوم ارتباطات میان وزارت صنایع و وزارت بهداشت (با ارزش ۲۳) برقرار است. رتبه سوم ارتباطات نیز میان وزارت صنایع و وزارت نفت (با ارزش ۱۵) برقرار است. از طرف دیگر ۱۱۴ جفت ارتباط میان دستگاهی وجود دارد که ارزش صفر دارند؛ به عبارت دیگر میان ۱۱۴ جفت از دستگاه‌ها (۵۵ درصد) هیچ‌گونه ارتباطی وجود ندارد. همچنین ۱۹ درصد از ارتباطات دارای ارزش یک و ۱۲ درصد دارای ارزش دو هستند. شواهد مذکور نشان از ضعف ارتباطات در سند مذکور دارد. البته ارتباط قوی وزارت بهداشت و علوم حکایت از آن دارد که پشتیبانی تحقیقاتی از کاربردهای پزشکی و دارویی (نانو داروها و ...) در مرکز توجه سیاست‌گذاران قرار دارد. از سوی دیگر ارتباط میان وزارت علوم و وزارت صنایع به عنوان نماد ارتباط صنعت و دانشگاه در حوزه نانو تکنولوژی مطلوب نیست (ارزش ۷). همچنین دبیرخانه ستاد نانو بیشترین ارتباطات را با وزارت صنایع (ارزش ۸)، وزارت علوم (ارزش ۶) و وزارت بهداشت (ارزش ۴) دارد. یکی از ضعف‌های مهم ارتباطی این است که دبیرخانه ستاد نانو هیچ‌گونه ارتباطی با وزارت بازرگانی، دادگستری و نیرو و نیز سازمان محیط‌زیست و شورای عالی مناطق آزاد ندارد. این امر کارکردهای اجرایی دستگاه‌های مذکور در حوزه نانو تکنولوژی را که با استفاده از

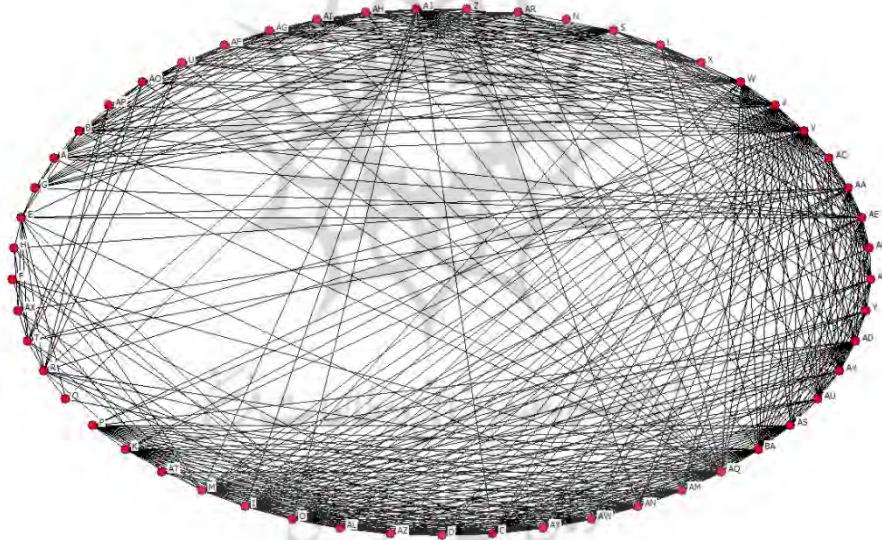


تعامل با ستاد می‌توانست تقویت شود، تضعیف کرده و به حاشیه می‌برد. به عنوان نکته پایانی باید گفت که سازمان محیط‌زیست در انجام برنامه‌های اجرایی سند هیچ‌گونه ارتباطی با وزارت خانه‌های اجرایی مثل صنایع، نفت، جهاد و نیرو ندارد. این امر موجب غفلت از توجه به آثار زیست‌محیطی برنامه‌ها می‌شود.

## ۷- شبکه توسعه فناوری نانو با نمایش تکوجهی برنامه‌ای

### ۷-۱- نمایش دایره‌ای

در شکل ۵ نمایش دایره‌ای شبکه برنامه‌های اجرایی سند راهبردی توسعه فناوری نانو نمایش داده شده است.



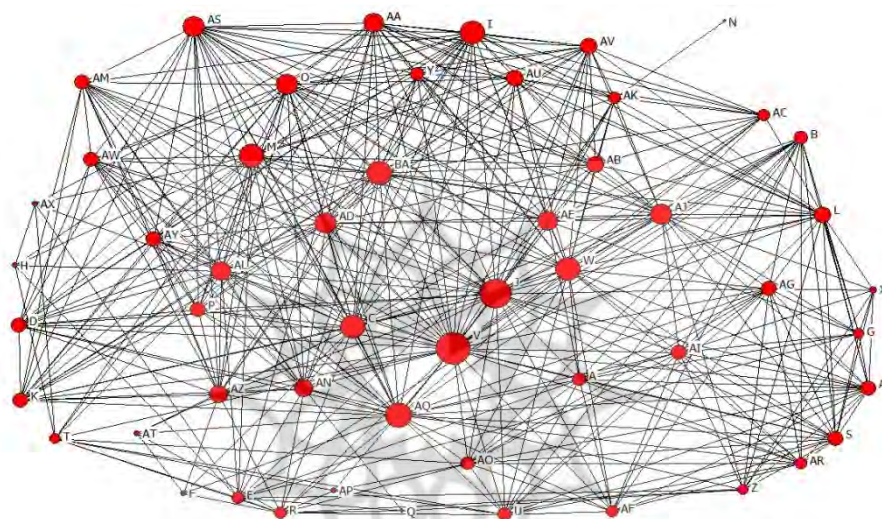
شکل ۵ شبکه سند تکوجهی برنامه‌ای با نمایش دایره‌ای

نمایش دایره‌ای شبکه برنامه‌های اجرایی سند نشان از ارتباطات بالا و تراکم زیاد شبکه داشته و بجز قسمتی از نیمه چپ دایره، شبکه مطلوب شکل گرفته است.



## ۲-۷- نمایش و تحلیل مرکزیت

در اشکال ۶ و ۷ به ترتیب مرکزیت‌های درجه و بینابینی بر نام‌های اجرایی توسعه فناوری نانو محاسبه شده و تفاوت مرکزیت‌ها با تفاوت در اندازه نمایش داده شده است. برنامه‌های اجرایی دارای مرکزیت‌های بیشتر با اشکال بزرگ‌تر نشان داده شده‌اند.



شکل ۶ شبکه تک‌وجهی برنامه‌ای با نمایش مرکزیت درجه

بر اساس شبکه بالا برنامه اجرایی ۷، یعنی «حمایت از برنامه‌های هدفمند ترویج و آموزش عمومی نانو به وسیله دستگاه‌های دولتی از راه‌های مختلف نظیر بهره‌گیری از ابزارهای ارتباط جمعی، تشکیل نمایشگاه‌ها، سمینارها و اعطای جوایز ملی» از بیشترین مرکزیت درجه (ارزش ۴۲) در شبکه برخوردار است. رتبه دوم را در این زمینه برنامه اجرایی ۱۰، یعنی «اختصاص امکانات پارک‌های فناوری به شرکت‌های فعال در فناوری نانو» با ارزش ۳۸ و رتبه سوم را برنامه اجرایی ۱۱، یعنی «حمایت از تأسیس شرکت‌های غیر دولتی سرمایه‌گذاری خطرپذیر» با ارزش ۳۲ دارد. از طرفی برنامه اجرایی ۱۲، یعنی «تدوین و تصویب مقررات و ساختار قضایی لازم برای داوری در خصوص جرایم و تخلفات احتمالی



کرده‌اند.

دومین برنامه مرکزی در شبکه، اختصاص امکانات پارک‌های علم و فناوری به شرکت‌های نانو می‌باشد. در عرصه پیچیده تعاملات و شبکه‌های صنعتی و تکنولوژیک، مجموعه‌ای از بازیگران ظهور پیدا کرده‌اند که در یک مفهوم کلی از آن‌ها با عنوان سازمان‌های میانجی<sup>۳۷</sup> یا واسطه‌ها<sup>۳۸</sup> تعبیر می‌شود. مهم‌ترین نقش این بازیگران، پایش و جمع‌آوری اطلاعات و برقراری ارتباط میان سازمان‌ها، پشتیبانی و تأمین مالی، کارگزاری در انتقال فناوری و تأمین منابع انسانی و فنی می‌باشد [۳۵]. به دلیل نزدیک بودن فاصله علم و تکنولوژی در تکنولوژی‌های نوین، ادغام و یکپارچه‌سازی انواع تحقیقات ضروری است که این امر از طریق نزدیک کردن واحدهای تحقیقاتی و تجاری به یکدیگر و از طریق نهادسازی‌های واسطه امکان‌پذیر است [۳۶]. بنابراین ایجاد نهادهای واسطه در حوزه نانو تکنولوژی ضرورت و اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند. پارک‌های علم و فناوری چنین کارکردی را دنبال می‌کنند. مراکز رشد نیز دیگر نهاد واسطه هستند که مرکزیت قوی با ارزش ۲۹ را در شبکه دارا می‌باشند. با توجه به اینکه فناوری نانو در ایران با تجاری‌سازی فاصله دارد، سیاست‌گذاران این حوزه به درستی کارکرد نهادهای واسطه بین دانشگاه و صنعت، یعنی پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد را در شبکه تقویت کرده‌اند. از دیگر نقاط قوت شبکه این است که برنامه اجرایی حمایت از تأسیس شرکت‌های غیر دولتی سرمایه‌گذاری خطرپذیر سومین برنامه مرکزی در شبکه می‌باشد. به دلیل خطرپذیری ذاتی (خطرپذیری در دسترس بودن تکنولوژی برتر، پیچیدگی تولید و همچنین غیر قابل پیش‌بینی بودن توسعه تکنولوژی) و نیز ماهیت بلندمدت بازگشت سرمایه در نانو تکنولوژی، مکانیزم‌های سنتی تأمین منابع مالی در این حوزه مناسب نیست؛ به این ترتیب استفاده از صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر<sup>۳۹</sup> توصیه می‌شود [۳۷].

از دیگر نقاط قوت شبکه مرکزیت درجه بالای (با ارزش ۳۰) برنامه حمایت از تشکرها و سازمان‌های غیر دولتی و گروه‌های دانشجویی است. این امر توجه به بازیگران غیر دولتی را در سیاست‌گذاری این حوزه نشان می‌دهد. البته جایگاه ضعیف (با ارزش ۵) برنامه حمایت از تشکیل صندوق‌های غیردولتی بیانگر نگاه نامتوازن به بخش خصوصی در سند بوده و نشان می‌دهد که در مقطع زمانی مورد اشاره تشکیل صندوق‌های حمایت مالی مورد توجه

تصمیم‌گیران نبوده است.

نکته دیگر تعامل‌های بین‌المللی در حوزه نانو تکنولوژی است. ۱۳ برنامه از ۵۳ برنامه اجرایی سند بر ارتباطات بین‌المللی کشور در موضوعات گوناگون برای توسعه نانو تکنولوژی تأکید دارند که این کمیت به خودی خود بر اهمیت آن نزد سیاست‌گذاران دلالت دارد. البته میزان قدرت این برنامه‌ها در شبکه متفاوت است. بالاترین مرکزیت را برنامه سرمایه‌گذاری مشترک داخلی و بین‌المللی و برنامه بازاریابی بین‌المللی پژوهش و فناوری مؤسسات داخلی با ارزش برابر ۲۹ به خود اختصاص داده‌اند که در زمره بالاترین مرکزیت‌های شبکه نیز می‌باشد. پایین‌ترین مقدار مرکزیت برنامه‌ها در خصوص تعاملات بین‌المللی را نیز برنامه ارائه تسهیلات بازرگانی به صنایع نانو با ارزش ۴ و پس از آن برنامه تسهیلات گمرکی و برنامه بهره‌گیری از اعتبارات بین‌المللی تحقیق و توسعه با ارزش برابر ۵ دارا می‌باشند. در این خصوص باید گفت که عدم نگاه زنجیره‌وار و متوازن به برنامه‌های تعاملات خارجی این حوزه مشاهده می‌شود، به عنوان مثال قدرت بالای برنامه سرمایه‌گذاری مشترک با قدرت پایین برنامه تسهیلات بازرگانی و گمرکی در تناقض است.

از نقاط ضعف شبکه نیز می‌توان به جایگاه متوسط (مرکزیت درجه ۱۴) برنامه تنظیم ضوابط خاص پیرامون شرایط بهره‌گیری از اطلاعات و حمایت از مالکیت معنوی و جایگاه ضعیف (مرکزیت درجه با ارزش ۱ و بینابینی صفر) برنامه تدوین و تصویب مقررات و ساختار قضایی در این حوزه اشاره کرد. این جایگاه ضعیف زمانی بیشتر آشکار می‌شود که در سند راهبردی نانو تکنولوژی کشورهای پیشرو در این حوزه مثل آمریکا، آلمان و ...، بر نام‌های مربوط به مالکیت معنوی در گروه‌های قدرتمندترین برنامه‌ها هستند. همچنین از زاویه‌ای دیگر در بحث حقوقی تنها به مقررات استانداردسازی، کیفیت و ساختار قضایی رسیدگی به جرایم نگاه شده و از توجه به مسائل حفاظت محیط‌زیست، سلامت انسان، حریم خصوصی و امنیت غفلت شده است [۲۶، ص ۱۱۲].

همچنین برنامه بررسی آثار گوناگون (بهداشتی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی) فناوری نانو بر جامعه و محیط از ارزش درجه ۱۵ و بینابینی صفر برخوردار است که نشان‌دهنده داشتن قدرت متوسط در شبکه است. اهمیت این برنامه زمانی آشکار می‌شود که بدانیم شناخت عمومی از آثار این فناوری تأثیر زیادی در توسعه آن دارد. با توجه به اینکه

بدون شناخت این آثار، احتمال هدر رفتن سرمایه‌گذاری دولتی در توسعه فناوری نانو و از دست رفتن زمان در برنامه‌ریزی‌ها به دلیل اعتراضات شدید اجتماعی وجود دارد، جایگاه قدرتمندتری برای این برنامه در شبکه متصور است. خطر نقض حریم خصوصی افراد با ایجاد تجهیزات مینیاتوری نظارتی با استفاده از فناوری نانو وجود دارد که می‌تواند موجب اعتراضات شود. در حوزه مشابه نیز بعضی کاربردهای فناوری زیستی به دلیل مقاومت عمومی مورد تحریم و توقف اجباری قرار گرفت البته فقدان مطالعه آثار اجتماعی فناوری نانو در مطالعات پشتیبان سند نیز وجود دارد. مطالعات پشتیبان صرفاً رویکردی سیاسی، اقتصادی و فنی داشته و در تدوین آن‌ها رویکرد اجتماعی و آثار اجتماعی پیش‌بینی شده فناوری نانو تا حد زیادی نادیده گرفته شده است. [۲۶، ص ۱۱۱].

یکی دیگر از نکات قابل تأمل این است که برنامه ایجاد بازارهای دولتی هدفمند و استفاده از خریدهای دولتی در حوزه نانو دارای مرکزیت درجه ۸ و بدون مرکزیت بینابینی در شبکه است. این جایگاه ضعیف در شرایط نوپای کشور در این حوزه و نیاز مبرم به توسعه سازوکارهای تقاضامحور شبیه استفاده از برنامه اجرایی ذکر شده، نیاز به تقویت دارد، به‌ویژه اهمیت این برنامه زمانی بیشتر آشکار می‌شود که در ایران معمولاً سیاست فشار علم و فناوری آغازگر موفقیت‌های بعدی است.

## ۸- نتیجه‌گیری

تحلیل شبکه‌ای رهیافتی برای مطالعه ساختارهای اجتماعی است که خاستگاه اصلی آن حوزه‌های علوم اجتماعی، علوم سیاسی، مردم‌شناسی و تئوری گراف‌ها می‌باشد. استفاده از این تحلیل در سیاست‌گذاری عمومی کمک زیادی به تصمیم‌گیران در شناخت بهتر و سیاست‌گذاری مطلوب‌تر مسائل مطرح در حوزه‌های گوناگون می‌کند. این مقاله از تحلیل شبکه‌ای برای شناخت ارتباطات موجود میان سازمان‌ها و برنامه‌های اجرایی حوزه نانو تکنولوژی ایران استفاده کرده و به بررسی نقاط ضعف و قوت این تعاملات پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که شبکه‌سازی میان سازمانی و میان برنامه‌ای در این حوزه به نحو نسبتاً مطلوبی صورت پذیرفته است؛ هرچند وزن و جایگاه برخی از نقاط شبکه و شدت بعضی از ارتباطات مطلوب نیست. کانون‌های اصلی قدرت در شبکه عبارتند از وزارت



بهداشت، وزارت علوم و وزارت صنایع. در حقیقت در مرحله تصمیم‌گیری و طراحی سیاست‌ها در فرایند سیاست‌گذاری توسعه فناوری نانو ایران، این سه وزارتخانه جایگاه محوری داشته و بیشترین ارتباطات نیز میان مثلث مذکور برقرار است. جایگاه ستاد نانو نیز به نحوی طراحی شده است تا نقش هماهنگ‌کننده و تسهیل‌کننده را از طریق دبیرخانه خود در میان سازمان‌های مختلف ایفا کند. همچنین سازمان‌های متولی حوزه محیط‌زیست و برنامه‌های اجرایی مرتبط با آن از کمترین میزان قدرت در شبکه برخوردارند. از دیگر نقاط ضعف شبکه، حاشیه‌ای بودن (دارای مرکزیت ضعیف) برنامه‌های مرتبط با مالکیت معنوی در حوزه نانو تکنولوژی می‌باشد. در خصوص برنامه‌های اجرایی نیز باید گفت که برنامه‌های مربوط به ترویج و آموزش عمومی نانو در مجموعه برنامه‌های قدرتمند شبکه قرار دارند که این جایگاه متناسب با انتظارات توسعه آگازین این حوزه در ایران است. به طور کلی نهادهای فرهنگ‌ساز مثل وزارت ارشاد، وزارت آموزش و پرورش و صدا و سیما از جایگاه متوسط و قابل قبولی در شبکه برخوردارند. در مجموع یافته‌های این تحقیق برای تدوین اسناد سیاستی در این حوزه یا حوزه‌های دیگر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. به طور خاص پیشنهاد می‌شود که جایگاه سازمان هماهنگ‌کننده و تسهیلگر (در این پژوهش دبیرخانه ستاد نانو این نقش را بر عهده دارد) در شبکه سازمان‌ها بسیار قدرتمند طراحی شود به نحوی که این سازمان با برقراری ارتباطات پرتعداد با همه سازمان‌ها، نقش خود را به نحو مطلوب‌تری ایفا کرده و به ارتقای همکاری‌های میان سازمانی و نیل به اهداف مورد نظر کمک کند.

## ۹- پی‌نوشت‌ها

1. Social Network Analyses
2. Network Society
3. Actor-Centered Networks
4. Cross-Cultural Analyses
5. Governance
6. Multi-Sectoral Innovation Networks
7. Relational Perspective
8. Coordination
9. Outcomes
10. Efficiency

11. R&D
12. Effectiveness
13. Degree Centrality
14. Betweenness Centrality
15. Cut Points

۱۶. قابل ذکر است که در سند راهبردی فناوری نانو برای هر عنوان برنامه اجرایی، یک یا چند دستگاه مسئول و همچنین دستگاه همکار متولی اجرا ذکر شده است.

17. Intermediaries
18. Brokers
19. Venture capital

#### ۱۰- منابع

- [1] Einsiedel E. F., Goldenberg L.; "Dwarfing the social? Nanotechnology lessons from the biotechnology front"; *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol. 24, pp. 28-33, 2004.
- [2] Roco M.C.; "Broader societal issues of nanotechnology"; *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 5, pp. 181-190, 2003.
- [3] Roco M.C.; "International perspective on government nanotechnology funding in 2005"; *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 7, pp. 706-713, 2005
- [4] Scott J.; "Social Network Analysis: A handbook; 2nd edn. London: Sage, 2000.
- [5] Castells M.; "Materials for an exploratory theory of the network society"; *British Journal of Sociology*, Vol. 51, pp. 5-24, 2000.
- [6] Callon M., Law J., Rip A. (eds); *Mapping the Dynamics of Science and Technology*; London: Macmillan, 1986.
- [7] Linn N.; "Social networks and status attainment"; *Annual Review of Sociology*, Vol. 61, pp. 7-900, 1999.
- [8] Rhodes R. A. W. ; *Oxford Handbook of Public Policy*; Oxford University Press Inc, New York, 2006.
- [9] Marsh D., Stocker J.; *Theory and Method in Political Science*; Translated by Haji-Yousefi Amir Mohammad, Research Institute of Strategic Studies, 2005.



- [10] Rhodes R. A.W.; Policy Network Analysis; The Oxford Handbook of Public Policy, 2008.
- [11] Raanaei H., Mortazavi M.; Network Thinking in Public Administration; Islamic Parliament Research Center of Iran, 2012.
- [12] Milward H., Brinton Y Jörg Raab; Dark Networks: The structure, operation and performance of international drugs; Terror and Arms, Trafficking Networks, 2002.
- [13] Asadifard R.; "Policy recommendations to managers and policy makers in science and technology"; *Entrepreneur*, No. 83. 2012.
- [14] Corley E. A., Boardman P. C., "Bozeman B. Design; The management of multi-institutional research collaborations: Theoretical implications from two case studies"; *Research Policy*, Vol. 35, No. 7, pp. 975-993, 2006.
- [15] Chandler J.; Introduction to Network Theory; American Marketing Association, 2008. Available in: [www.marketingpower.com](http://www.marketingpower.com).
- [16] Lazer D.; "Networks in political science"; Back to the future. *PS-Political Science and Politics*, Vol. 44, pp. 61-68, 2011.
- [17] Wellman B., Berkowitz S. D.; Introduction: Studying social structures; In Wellman, B. and Berkowitz, S. D. (eds), *Social Structures: A Network Approach*. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- [18] Knoke D.; *Political Networks; The Structural Perspective*, Cambridge University Press, New York, 1990.
- [19] Mohr J.J., Robert J.F., John R.N.; "Collaborative communication in interfirm relationships: Moderating effects of integration and control"; *Journal of Marketing*, Vol. 60, No. 3, pp. 103-115, 1996.
- [20] Welch C., Wilkinson I.; "Network perspectives on interfirm conflict: Reassessing a critical case in international business"; *Journal of Business Research*, Vol. 58, No. 2, pp. 205-213, 2005.
- [21] Hagedoon J., Schakenraad J.; "Leading companies and networks of strategic



- alliances in information technologies"; *Research Policy*, Vol.21, No.2, pp. 163-190, 1992.
- [22] Zolkiewski J.; The complexity of power relationships within a network; Proceedings from the 17<sup>th</sup> IMP Conference Oslo: Norway, 2001.
- [23] Rampersad G., "Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks"; *Industrial Marketing Management*, Vol. 39, pp. 793-805, 2010.
- [24] Danaeefard H.; "Network public administration in Iran: Theoretical and practical rationales and requirements"; *Management Researches in Iran*, Vol.17, No. 2, 2013.
- [25] Soltani A., Tabatabaeian M., Hanafizadeh S. H., Soofi P., Bamdad J.; "An evaluation scheme for nanotechnology policies"; *J Nanopart Res*, 2011.
- [26] Ghazinouri S., Heidari I.; Fears and Hopes about the Social Impacts of Nanotechnology; The Scientific Policy Research Center, 1999.
- [27] Mohammadi M., Tabatabaeian S., Elyasi M., Roshani S.; "Formation of emerging technological innovation system in Iran: Case of nanotechnology sector"; *Journal of Science and Technology Policy*, Vol. 5, No.4, 2 pp. 19-32, 013.
- [28] National Iranian Nanotechnology Initiative; Iran Nanotechnology Initiative Council, 2005.
- [29] Kenis P., Schneider V.; Policy Networks and Policy Analysis; 1991.
- [30] Mohammadi Kangarani H., Shamekhi T., Ashtarian K., Reza Arab D., Nook D.; "Investigation of policy Structure in the legal authorities of institutions related to natural resources through network analysis of institutional relations"; *Journal of Forest and Wood Products (JFWP)*, Vol. 62, No. 2, pp. 203-220, 2009.
- [31] Sepehri M., Riahi A.; "Social network analysis application for knowledge management system needs elicitation in knowledge-based organizations"; *Journal of Science and Technology Policy*, Vol. 3, No. 2, pp. 81-95, 2011.
- [32] Brandes U., Erlebach T.; Network analysis: Methodological Foundations;

- Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
- [33]Rezaei F., Farokhian F.; "Application of nanotechnology in the environment and its role in sustainable development"; *Second National Conference on the Environment*, 2012.
- [34] Asadifard R., Tabatabaeian H., Bamada Soofi J., Taghva M.; "Structural typology of the formal S. & T. collaborative networks in Iran: A multiple-case study"; *Journal of Science and Technology Policy*, Vol. 3, No. 3, pp. 61-78, 2011.
- [35]Elyasi M.; "Examining the facilitation and dissemination role of technological activities among firms by intermediary organizations in the sectoral innovation system"; *First International Conference on Technology Management*, 2010.
- [36]Mohammadi M.; "The importance of interaction among the research and commercial sectors for innovation in new technologies"; *The CIVILICA Scientific Database*, 2009.
- [37]Tehranizadeh M.; "Comparative study risky investment in nano-industries and information technology"; *First Conference on Technology Management*, 2003.

## ۱۱- پیوست‌ها

پیوست ۱ عناوین ۵۳ برنامه اجرایی سند فناوری نانو

عنوان اختصاری	عنوان برنامه اجرایی
A	شبکه‌سازی متخصصان ایرانی فناوری نانو ساکن خارج از کشور و نیز متخصصان علاقه‌مند خارجی به عنوان مطلعان فرصت‌های علمی، فناوری و تجاری برای مرتبط کردن آن‌ها با دستگاه‌های ذیربط
B	فعال کردن سفارتخانه‌ها و نمایندگی‌های ایران در خارج کشور برای شناخت فرصت‌ها و برقراری ارتباطات
C	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
D	اعطای مأموریت‌های خاص به مناطق آزاد و ویژه برای انتقال فناوری نانو به داخل

### ادامه پیوست ۱

عنوان اختصاری	عنوان برنامه اجرایی
E	ایجاد سازوکار شناخت دایمی و سریع فرصت‌های تجاری و معرفی به دستگاه‌های ذربط
F	تنظیم مقررات و تسهیلات گمرکی متوازن و حساب شده برای تسهیل در تعاملات پژوهشی، صنعتی و تجاری با خارج از کشور در حوزه فناوری نانو
G	ترغیب واحدهای علمی، پژوهشی و فناوری کشور به همکاری درازمدت بایک شریک بین المللی درباره پروژه‌ها و برنامه‌های بلندمدت فناوری نانو
H	تدوین اولویت‌ها و اعمال سیاست‌های شفاف حمایتی دولت از صنایع فناوری نانو به شکل زمان‌بندی شده و مبتنی بر اثربخشی و همراه با نظارت دقیق
I	حمایت از جذب شرکت‌های نوپای فناوری نانو در مراکز رشد
J	اختصاص امکانات پارک‌های فناوری به شرکت‌های فعال در فناوری نانو
K	حمایت از تشکیل خوشه‌های صنعتی، گروه‌های کسب‌وکار و شرکت‌های مادر و دارای نام تجاری معتبر در فناوری نانو به‌ویژه با مشارکت شرکت‌های بین المللی
L	برپایی و حمایت از کنون‌های تفکر و برنامه‌های آینده‌اندیشی برای بالا بردن قدرت تشخیص و تصمیم در حوزه فناوری نانو
M	فراهم کردن زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد نیاز برای تدوین، اعمال استاندارد و کنترل کیفی مواد اولیه و محصولات فناوری نانو (تا حد امکان با تکیه بر امکانات شبکه آزمایشگاهی موجود)
N	تدوین و تصویب مقررات و ساختار قضایی لازم برای داوری در مورد جرایم و تخلفات احتمالی در عرصه همکاری‌های پژوهشی، تولیدی، تجاری و سایر زمینه‌های فناوری نانو
O	شناخت و تعیین صنایع دارای مزیت برای به کارگیری فناوری نانو به‌ویژه در کوتاه‌مدت و پیگیری برای تحقق آن
P	تقویت مراکز ارائه خدمات توسعه فناوری به صنایع دارای مزیت برای به کارگیری فناوری نانو در کوتاه‌مدت
Q	ارائه تسهیلات بازرگانی به صنایع دارای مزیت برای استفاده از فناوری نانو
R	ارائه تسهیلات مالی و اعتباری به صنایع دارای مزیت برای استفاده از فناوری نانو
S	سازماندهی و هماهنگی دستگاه‌ها برای همکاری در به کارگیری فناوری نانو در راستای اولویت‌های اصلی و حل معضلات کلان کشور به صورت بین بخشی
T	حمایت مالی و کارشناسی از برنامه‌های کاربرد فناوری نانودر راستای اولویت‌های ملی و حل معضلات کلان کشور



ادامه پیوست ۱

عنوان اختصاری	عنوان برنامه اجرایی
U	پیگیری تا عملیاتی شدن دستاوردهای حاصل از برنامه‌های حل معضلات با استفاده از فناوری نانو
V	حمایت از برنامه‌های هدفمند ترویج و آموزش عمومی نانو به وسیله دستگاه‌های دولتی از راه‌های مختلف نظیر بهره‌گیری از ابزارهای ارتباط جمعی، تشکیل نمایشگاه‌ها و سمینارها و اعطای جوایز ملی
W	حمایت از تشکل‌ها و سازمان‌های غیردولتی و گروه‌های دانشجویی فعال در زمینه فناوری نانو
X	ایجاد بازارهای دولتی هدفمند و استفاده از اهرم خریدهای دولتی برای توسعه تولید داخل محصولات نانو و انتقال فناوری های آن به کشور
Y	بررسی آثار مثبت و منفی بهداشتی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی مرتبط با توسعه فناوری نانو که مانع دسترسی عمومی به محصولات آن می‌شوند.
Z	معرفی مزایای محصولات فناوری نانو و حمایت کوتاه‌مدت از مصرف آن به منظور اصلاح فرهنگ مصرف جامعه
AA	برگزاری مقاطع و گرایش‌های مختلف آموزشی فناوری نانو با سازوکارهای جدید و با در نظر گرفتن نیازها
AB	برگزاری مأموریت‌ها و دوره‌های کوتاه‌مدت آموزشی، دوره‌های تکمیلی نانو برای فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط و دروس جدید برای دانشجویان این رشته‌ها
AC	تربیت نیروهای دارای تخصص‌های مدیریتی، بازرگانی، حقوقی در زمینه نانو
AD	اعزام متخصص و کارشناس به مراکز علمی و صنعتی داخل و خارج برای یادگیری فناوری و مهارت‌های مورد نیاز
AE	فراهم کردن بسترهای مورد نیاز برای بهره‌گیری از متخصصان خارج از کشور در آموزش نیروی انسانی و نیز جذب دانشجویان خارجی
AF	شناخت قابلیت‌های موجود برای تشکیل شبکه‌های مختلف و تنظیم رویه‌های کاری شفاف و نظام یافته برای تسهیل و حمایت از فعالیت شبکه‌ها و تعاملات بین افراد و نهادها
AG	تشکیل شبکه‌ها و تقسیم کار بین نهادهای مختلف برای دستیابی به هدف تعریف شده هر شبکه
AH	تقویت و تأمین کاستی‌های شبکه زیرساخت آزمایشگاهی فناوری نانو

ادامه پیوست ۱

عنوان اختصاری	عنوان برنامه اجرایی
AI	تقویت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شبکه‌های اطلاعاتی برای پوشش دادن به اطلاعات موجود در زمینه فناوری نانو
AJ	طراحی و اجرای نظام جامع گردآوری و انتشار اطلاعات تخصصی فناوری نانو برای گروه‌های مختلف هدف
AK	تنظیم ضوابط خاص پیرامون نحوه بهره‌گیری از اطلاعات و حمایت از مالکیت فکری
AL	تأسیس فن بازار نانو یا تخصیص بخشی از امکانات فن بازار ملی به آن
AM	پیاده‌سازی نظام دو منظوره‌سازی فناوری‌های نظامی و غیرنظامی
AN	تشویق شرکت‌های معتبر طرف معامله با ایران برای تأسیس واحد تحقیق و توسعه نانو فناوری در داخل کشور
AO	ایجاد توازن مالی منابع سرمایه‌گذاری در طول سال‌های برنامه به شکلی که سهم بودجه حمایتی دولت از کل منابع صرف شده در فناوری نانو کشور به تدریج کم شود و بیشتر به فعالیت‌هایی که امکان سودآوری فوری ندارد، تعلق گیرد.
AP	استفاده از امکانات صندوق‌های دولتی موجود برای حمایت از توسعه فناوری نانو و حمایت از تشکیل صندوق‌های غیردولتی در این حوزه
AQ	حمایت از تأسیس شرکت‌های غیردولتی سرمایه‌گذاری خطرپذیر
AR	تشویق نهادهای ملی و استانی حامی فناوری برای مشارکت در طرح‌های نانو
AS	تشویق صنایع بزرگ و مزیت‌دار کشور به سرمایه‌گذاری در این زمینه
AT	بهره‌گیری از اعتبارات بین‌المللی تحقیق و توسعه نظیر بانک توسعه اسلامی
AU	اختصاص بخشی از بودجه‌های تحقیقاتی به حمایت افقی از پژوهش‌های فناوری نانو
AV	اختصاص منابع مالی برای حمایت از پژوهش‌های بنیادی هدفمند نخبگان پژوهشی کشور
AW	توسعه جهشی و تقویت واحدهای تحقیق و توسعه، خدمات فناوری، شرکت‌های همگن، دفاتر طراحی مهندسی و واحدهای مشابه در حوزه فناوری نانو با تأکید بر تحقیقات چندجانبه
AX	اعطای جوایز تشویقی به دستاوردهای علمی، فناوری و صنعتی افراد و مؤسسات براساس ارزیابی‌ها
AY	حمایت از تأسیس و گسترش SME های مبتنی بر فناوری نانو به‌ویژه شرکت‌های زایشی از دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی
AZ	تشویق بیمه‌ها به تقبل بخشی از خطرپذیری تحقیق و توسعه واحدهای صنعتی و طراحی مهندسی
BA	بازاریابی بین‌المللی برای توانمندی‌های پژوهش و فناوری مؤسسات داخلی