مطالعه و بررسی شبکه تبادل اطلاعات میان بازیگران حوزه نانو فناوری در ایران

علی خواجه نایینی[1*]، کیومرث اشتریان[2]، حنانه محمدی کنگرانی[3]، دیبا غنچه‌پور[4]

۱. دکتری سیاستگذاری عمومی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار سیاستگذاری عمومی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشیار کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران
٤. کارشناسی ارشد کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ،دانشگاه هرمزگان ، هرمزگان، ایران

دریافت: ۹۳/۱۱/۱۹ پذیرش: ۹٤/۰۷/۰۲

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی و تحلیل وضعیت تبادل اطلاعات میان بازیگران حوزه نانوفناوری در ایران از راه بررسی کمی روابط آنها با استفاده از روش تحلیل شبکه است. شناسایی و ترسیم شبکه‌های تبادل اطلاعات در حوزه نانوفناوری ایران و در نتیجه آشکار شدن بازیگران اصلی و نقاط قوت و ضعف جایگاه و ارتباطات میان بازیگران این عرصه نتیجه متأخر این پژوهش است. یافته‌های پژوهش نشان از مرکزیت بالای ستاد توسعه فناوری نانو به‌عنوان قدرتمندترین بازیگر شبکه دارد. دیگر بازیگران مرکزی شبکه عبارتند از ماهنامه فناوری نانو، واحد بازرسی و بررسی محصولات نانوی مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (نانو مقیاس)، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار و دانشگاه صنعتی شریف. همچنین گروه شرکت‌های تولید محصولات نانو قدرتمندترین گروه شبکه تبادل اطلاعات می‌باشد. قوی‌ترین ارتباطات شبکه نیز میان شرکت‌های تولید محصولات نانو و نهادهای تنظیم‌کننده و پس از آن میان همین شرکت‌ها و نهادهای سیاستگذار وجود دارد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نهادهای سیاستگذار کمترین تبادل اطلاعاتی را با رسانه‌ها، انجمن‌های غیر دولتی و نهادهای ترویجی دارند. بنابراین نگاه اجتماعی نهادهای سیاستگذار به نانو فناوری باید به شدت تقویت شود. از دیگر پیشنهادهای سیاستی این پژوهش آن است که ارتباطات شرکت‌های نانویی و شرکت های خدمات توسعه بازار و محصول – که از شدت متوسطی برخوردار است – برای توسعه فناوری نانو

---

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: E-mail: naieniali@ut.ac.ir

در ایران باید تحکیم یافته و افزایش پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: نانو فناوری، تحلیل شبکه، تبادل اطلاعات، بازیگران، ایران.

۱– مقدمه

شبکه‌های اجتماعی متشکل از گره‌هایی[۱] هستند که از آگاهی اجتماعی برخوردار بوده و ارتباطات خود را بر این اساس تعیین می‌کنند [۱، ص ۲]. یکی از مسائل مهم در شبکه‌ها، وضعیت تبادل اطلاعات در میان بازیگران است. شبکه‌ها ابزاری اساسی برای پیدایش و پخش اطلاعات هستند [۲، صص ۲۳–۳٤]. به‌طور کلی تعاملاتی که موجب ارتباط واحدها در شبکه می‌شوند، نشان از تبادل اطلاعات در شبکه دارند هر چند که محتوا و تأثیر اطلاعات مبادله شده باید بررسی شوند سازوکارهای تسهیم اطلاعات در شبکه‌ها، فرصت‌هایی را برای بازیگران فراهم می‌کند که اطلاعات و دانش خود را برای مواجهه با تغییر شرایط محیطی به روز کنند [۳، صص ۲۱–۲٤]. شبکه‌ها با ارتقای تبادل اطلاعات چند جانبه، امنیت نداشتن را تنزل داده [٤، صص ۲٥٦–۲٦۰] که این موضوع از نظر استراتژیک برای برنامه‌ریزی در جهت پاسخ‌گویی مؤثر مهم است [٥، صص ۳۱٤–۳۱٦]. همچنین تسهیم اطلاعات در شبکه‌ها سبب ارتقای ادراک مشترک و فهم مسائل و ایجاد ظرفیت برنامه‌ریزی و نظارت بر پاسخ‌گویی در مجموعه وسیع‌تری از سازمان‌ها می‌شود [٦، صص ٤۳۳–٤۳۷]. یکی از مسائل مهم برای تسهیل تبادل اطلاعات در شبکه‌ها، نقش سازمان‌های پل زننده[۲] است. سازمان‌های پل زننده بازیگران کلیدی در شبکه‌های تسهیم اطلاعات هستند و اطلاعات را در میان ساختارهای دانش محور انتقال می‌دهند. این سازمانها فرصت‌های فهم دوجانبه از ترجیهات و اهداف اجتماعات معرفتی[۳] مختلف را ارتقا می‌دهند. در حقیقت سازمان‌های پل زننده نقش واسطه‌های دانشی را ایفا کرده[۷، صص ٦۱۷–٦۲۰] و بر روابط مختلف تأثیرگذاری و میانجی‌گری می‌کنند. استفاده از شبکه‌ها در حوزه‌های گوناگون و با هدف برقراری ارتباطات مطلوب میان بازیگران و توسعه کارآمد آن حوزه انجام می‌شود. در حوزه فناوری نیز یکی از الزام‌های توسعه فناوریک، وجود شبکه‌های ارتباطی مطلوب است. نظریات و مدل‌های گوناگونی برای شناسایی و برقراری ارتباطات میان بازیگران عرصه فناوری توسعه یافته‌اند. یکی از این مدل‌ها، مارپیچ سه‌گانه[٤] نام

دارد. براساس این مدل، نقش و ارتباطات سه بخش دانشگاه، دولت و صنعت تعیین‌کننده ای نهادی فناوری است [۸، صص ٤٤٧-٤٥٠]. نظریه همگرایی[۵] نیز با تمرکز بر شبکه‌های میان سازمانی، گردش اطلاعات در شبکه‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد. براساس این نظریه، گردش اطلاعات می‌تواند با اثر گذاشتن بر نگرش‌های جمعی هر سازمان، نفوذ بر نظام باورها و تغییر روابط میان سازمانی ، تأثیرات قابل ملاحظه‌ای بر اعضای شبکه داشته باشد [۹، صص ١٤٠-١٤٥]. بارنت[۶] بیان می‌کند که هرچه ارتباط میان سازمان‌های شبکه بیشتر باشد، تأثیرات متقابل آنها نیز بیشتر شده و تفاوت میان اعضای شبکه نیز به‌وسیله فرایند مداوم تبادل اطلاعات کاهش پیدا می‌کند [۱۰، ص ۳۵۰]. از طرف دیگر در دهه‌های اخیر چارچوب مفهومی حکمرانی فناوری توسعه پیدا کرده است. هدف از حکمرانی فناوری آن است که ارتباطات و همکاری‌های لازم میان بازیگران حوزه‌های مختلفی مانند علم، کسب‌وکار، دولت و نهادهای عمومی در طی فرایند نوآوری فناوریک برقرار باشد[۱۱، صص ۳۹-٤۹.] برای ارائه چارچوب تحلیلی فراگیر از حکمرانی فناوریک و اتخاذ استراتژی‌های اجرایی در این حوزه، در اختیار داشتن اطلاعات جامع از وضعیت شبکه بازیگران درگیر {یا تحت تأثیر قرار گرفته} در نوآوری فناوریک حایز اهمیت است[۱۲، صص ۱۵۰-١٦٠]. بسیاری از کشورها اهمیت شبکه‌ها را در توسعه ظرفیت نوآوری، رقابت‌پذیری بین‌المللی و تولید ثروت دریافته‌اند. درواقع 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[۷] تغییر داده‌اند[۱۳، صص ۹۷۵-۹۸۵]. مولر و راجالا، شبکه‌های نوآوری را به عنوان شبکه‌های به‌نسبت منعطف پژوهشی فناوری و علم محور که دانشگاه‌ها، نهادهای پژوهشی و سازمانه‌ای پژوهشی متعلق به شرکت‌های بزرگ را در بر می‌گیرند، تعریف می‌کنند [١٤، صص ۸۹۵-۹۰۰].

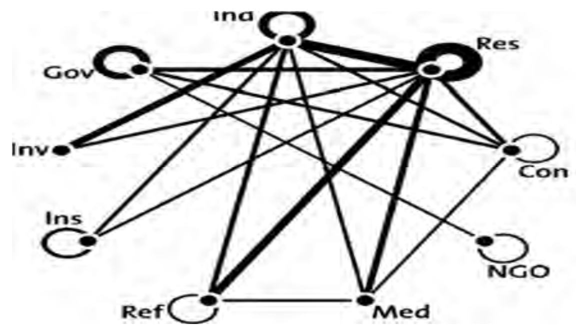
این پژوهش با تمرکز بر حوزه نانو فناوری در ایران؛ قصد دارد تا با استفاده از تحلیل شبکه، ارتباطات میان بازیگران این حوزه را بر حسب تبادل اطلاعات میان آنها شناسایی کند. نمایش تصاویر دیداری شبکه‌ها و ارائه پیشنهادهای سیاستی برای استفاده تحلیلگران سیاستی، مدیران و سیاست‌گذاران بخش پایانی پژوهش را تشکیل می‌دهد.

۲- پیشینه پژوهش

پژوهش‌های مختلفی در حوزه‌های مختلف و با هدف شناسایی شبکه‌های ارتباطی میان بازیگران مختلف و تعیین مراکز قدرت در این شبکه‌ها انجام شده است. یکی از این پژوهش‌ها که در حوزه سلامت انجام شده است، مطالعه لمپینگ و همکاران (۲۰۱۲) است. هدف نویسندگان بررسی و تحلیل شبکه‌های سیاست‌گذاری مراقبت‌های سلامت در هلند و شناسایی سازمان‌های واسطه[8] (بینابین) در این حوزه می‌باشد. به این منظور ٤ حوزه سیاستی شامل کیفیت مراقبت، برنامه‌ریزی نیروی انسانی، داروسازی و مالی انتخاب شده است و با استفاده از تحلیل شبکه به توصیف چگونگی ارتباطات و هماهنگی بیش از ۲۰۰ سازمان واسط در آن پرداخته می‌شود. بر این اساس نویسندگان دو نوع رابطه را مورد بررسی قرار می‌دهند. اولین رابطه عبارت است از فراهم کردن و یا کسب دانش تخصصی (رابطه جهت‌دار) و دوم تبادل اطلاعات محرمانه[9] (رابطه بدون جهت). یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که برخلاف انتظار، هماهنگی بین ٤ حوزه سیاستی نه از طریق سازمان‌های حکومتی بلکه به‌وسیله سازمان‌های نماینده[10] مثل سازمان‌های نماینده بیمارستان‌ها، نماینده مصرف‌کنندگان مراقبت‌های پزشکی و انجمن کارفرمایان به عنوان سازمان‌های واسطه‌گر انجام می‌شود. یافته دیگر آن است که نمایندگی منافع در این سیستم متوازن نبوده و این امر بر سیاست مراقبت پزشکی اثر می‌گذارد [۱۵، صص ۲۱۱–۲۲۰].

در حوزه نانو فناوری نیز پژوهش‌های چندی صورت گرفته است که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

ویک و همکاران (۲۰۰۷) بازیگران اصلی[11] درگیر در شبکه نانو فناوری سوییس را شناسایی کرده و آنها را در ۹ گروه به شرح ذیل جای دادند: صنایع، مشاوران، بیمه‌ها، سرمایه‌گذاران، نهادهای پژوهشی دولتی، نهادهای تنظیم‌کننده[12]، نهادهای مالی، سازمان‌های غیر دولتی و رسانه‌ها. نویسندگان در مرحله بعد شبکه ارتباطات این بازیگران را برحسب روابط تجاری، تبادل اطلاعات و نیروی انسانی مشترک ترسیم کردند که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۴ شبکه ارتباطات بازیگران نانو فناوری در **سوییس** برحسب شدت روابط [۱٦، ص ۳۹٦]

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که نهادهای پژوهشی و صنایع، مرکزی‌ترین و قدرتمندترین گروه بازیگران هستند. همچنین سازمان‌های غیر دولتی، ضعیف‌ترین گروه شبکه بوده و جایگاه مشاوران و رسانه‌ها در شبکه به‌نسبت مطلوب است. همچنین قوی‌ترین ارتباطات میان نهادهای پژوهشی و صنایع و در رتبه دوم میان صنایع و سرمایه‌گذاران و نهادهای پژوهشی و نهادهای مالی وجود دارد. بازیگر اصلی در گروه صنایع عبارت است از آزمایشگاه پژوهشی زوریخ (IBM). بازیگر اصلی در گروه نهادهای پژوهشی دولتی، نهاد فدرال فناوری سوییس (ETH Zurich) و در گروه مشاوران، مرکز سنجش فناوری (TA-SWISS) است که در حوزه تحلیل ریسک فعالیت می‌کند[۱٦، ص ٤۰۱].

در پروژه ای دیگر با عنوان ManETEL Project که در کشور ایرلند انجام شد، به منظور بررسی آثار نانو فناوری بر حوزه صنعت، بازیگران درگیر در حوزه نانوفناوری و شبکه ارتباطات آنها شناسایی شدند. انواع مختلف این بازیگران شامل دانشگاه‌ها، شرکت‌های زایشی[۱۳]، بنگاه‌های کوچک[۱٤]، نهادهای پژوهشی، نهادهای دولتی و نهادهای مالی(به طور مثال سرمایه‌گذاران خطرپذیر) می‌شدند. در حقیقت بررسی تأثیرات ساختار شبکه بر عملکرد آن در سطح کلان هدف اصلی پروژه بود [۱۷، صص ۱–۱۰].

در پژوهشی دیگر، کیم (۲۰۱۲) با تمرکز بر وب‌سایت‌های اختصاصی بازیگران بخش‌های دانشگاهی، خصوصی و دولتی، ساختارهای ارتباطات میان سازمانی نانو فناوری متعلق به بخش های مذکور را در فضای مجازی مورد بررسی قرار داد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که

مرکزی‌ترین وب‌سایت شبکه[10] در زیرگروه صنعت قرار دارد. هر چند بخش دانشگاه بـه‌طـور کلـی بیشترین مرکزیت بخشی را در میان سایت‌هـای شـبکه داراسـت. همچنـین شـدت ارتباطـات میـان وب‌سایتهای صنعتی و دولتی بیشترین مقدار را در شبکه داراست [۱۸، صص ۱۵۲–۱٦۰].

از مطالعات انجام شده در ایران نیز می‌توان به پژوهش محمد مهـدی سـپهری و همکـاران (۱۳۹۰) اشاره کرد که نویسندگان با استفاده از تحلیل شبکه و با مطالعه کمّـی روابـط تحقیـق و توسعه ٢٤ شرکت نانو در ایران با مراکز علمی و تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که شـرکت‌هـای نانویی به طور مستقیم با یکدیگر همکاری تحقیق و توسعه ندارند و اغلب با دانشگاه‌هـا و مراکـز تحقیقاتی رابطه همکاری تعریف کرده‌اند. همچنین شـرکت‌هـای نـانویی ارتبـاط بسـیار کمـی بـا گروه‌های صنعتی برقـرار کـرده‌انـد. نویسـندگان پیشـنهاد مـی‌کننـد در صـورتی کـه ارتباطـات شرکت‌های نانویی با گروه‌های صنعتی توسعه پیدا کند، آن‌گـاه شـرکت‌هـا ایـن فرصـت را پیـدا می‌کنند که ضمن تمرکز بر مزیت‌های محـوری خـود، وارد زنجیـره تـأمین گـروه‌هـای صـنعتی بزرگ شوند [۱۹، صص ٤۹–٦۰].

۳- روش پژوهش

پژوهش حاضر در سه گام به شرح زیر انجام شد :

گام اول : شناسایی گروه‌های بازیگران که در حوزه نانو فناوری ایران فعال هستند.

با مطالعه اسناد و مدارک کتابخانه‌ای که طبقه‌بنـدی‌هـایی از بـازیگران حـوزه فنـاوری ارائـه می‌دهند[۲۰، صص ۷۰۹–۷۱۲؛ ۲۱، صص ۱–۲۰؛ ۲۲، صص ۱۹–۲۲] و مصاحبه با مسئولان و مدیران کارگروه‌های ستاد نانو و مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (کریـدور)، ۱۵ گـروه از بازیگران این حوزه به شرح جدول ۱ انتخاب شدند.

جدول ۱ گروه‌های ۱۵گانه بازیگران فعال در حوزه نانوفناوری ایران

ردیف	نام گروه
۱	شرکت‌های تولید محصولات نانو
۲	شرکت‌های تولید تجهیزات نانو
۳	شرکت‌های خدمات توسعه بازار
٤	شرکت‌های خدمات توسعه محصول
٥	شرکت‌های خدمات پتنت
٦	نهادهای سیاستگذار
۷	دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی
۸	مراکز رشد
۹	نهادهای مالی
۱۰	رسانه‌ها
۱۱	انجمن‌های غیر دولتی
۱۲	پژوهشکده‌های اختصاصی نانو
۱۳	آزمایشگاه‌های نانو فناوری
۱٤	نهادهای ترویجی
۱٥	نهادهای تنظیم‌کننده

گام دوم : شناسایی بازیگران اصلی[۱۶] گروه‌های ۱۵گانه

برای شناسایی بازیگران اصلی در گروه‌های ۱۵گانه در نخستین گام به رتبه‌بندی‌های ستاد نانو از بازیگران برتر برخی از گروه‌ها مراجعه شد. برای بعضی از گروه‌ها مثل گروه‌های ۷، ۸ ، ۱۰، ۱۳و ۱٤ این رتبه‌بندی وجود داشت. در این موارد فهرستی از بازیگران دارای رتبه برتر شناسایی شد. در مواردی نیز که رتبه‌بندی از بازیگران وجود نداشت، فهرست بازیگران اصلی از راه تحلیل محتوای منابع موجود و همچنین مصاحبه با کارشناسان ستاد توسعه فناوری نانو و کریدور تهیه شد. در مجموع ۲۳۲ بازیگر متعلق به گروه‌های ۱۵گانه شناسایی شدند.

گام سوم : جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

در این گام با تنظیم پرسشنامه، از هریک از بازیگران خواسته شد سایر بازیگرانی را که با آنها تبادل اطلاعات دارند، مشخص کنند. در مورد پاسخ‌گویان نیز تلاش شد تا در حد امکان

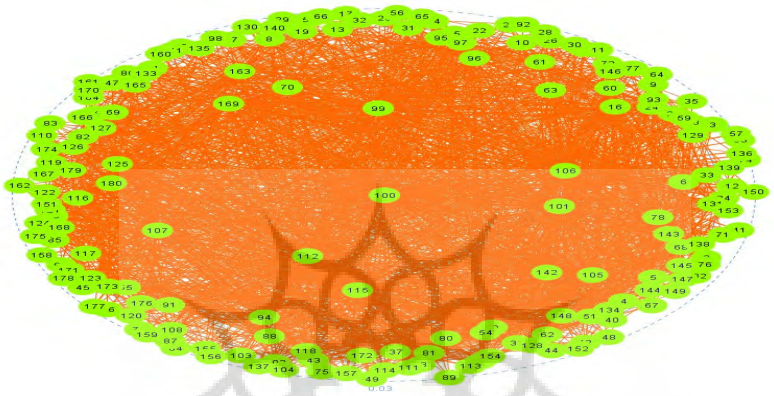
مسئول اصلی نهاد یا سازمان و در غیر این صورت افرادی که با ارتباطات سازمان آشنایی کافی دارند (با معرفی مسئول اصلی) به پرسشنامه پاسخ دهند. در این مرحله تعداد ۱۲۶ پرسشنامه (۹٤ پرسشنامه از طریق ایمیل و ۳۲ پرسشنامه چاپی) از ۲۳۲ بازیگر مورد نظر جمع‌آوری شد. در ادامه از میان ۱۰٦ بازیگر باقیمانده، اطلاعات مربوط به ٥۳ بازیگر با تماس تلفنی با افراد معرفی شده از سوی مسئول سازمان مربوطه دریافت شد. در ادامه سعی شد که داده‌های مربوط به بازیگران باقیمانده از راه تحلیل محتوای اسناد و مدارک و برگزاری جلسه‌های خبرگی و مصاحبه با مسئولان ستاد نانو و کریدور مورد ارزیابی قرار گیرد که به دلیل اختلاف نظرها این امر به طور عملی میسر نشد. درنهایت اطلاعات جمع‌آوری شده به‌وسیله پرسشنامه (مربوط به ۱۷۹ بازیگر) ملاک قرار گرفت که با اعداد ۱ تا ۱۷۹ در شکل های شبکه مشخص شده‌اند. سپس داده‌ها وارد نرم افزار ویسون[۱۷] شدند. این نرم‌افزار برای محاسبات تحلیلی شبکه و دیداری کردن شبکه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد[۲۰، صص ۷۱۲؛ ۲۳، صص ۱٦-۲۳]. نحوه وارد کردن داده‌ها در نرم‌افزار ویسون به این ترتیب بود که نخست ماتریسی با ۱۷۹ سطر و ۱۷۹ ستون در نرم‌افزار اکسل ایجاد شد. وجود ارتباط (اطلاعاتی) میان یک جفت بازیگر با ارزش ۱ و وجود نداشتن آن با ارزش صفر در این ماتریس ارزش‌گذاری شد. سپس این ماتریس به عنوان ورودی نرم‌افزار ویسون مورد استفاده قرار گرفت. درنهایت شبکه‌های دیداری مورد نظر به‌وسیله نرم‌افزار ترسیم شدند. مؤلفه‌های قدرت در شبکه -که برای تحلیل داده‌ها استفاده شدند- عبارتند از مرکزیت درجه[۱۸] و مرکزیت بینابینی[۱۹]. هر چه مرکزیت درجه یک بازیگر بیشتر باشد، ارتباطات بیشتری داشته و قدرتمندتر است. مرکزیت بینابینی نشان می‌دهد که یک بازیگر تا چه اندازه در مسیر ارتباطی سایر بازیگران قرار داشته و برقراری ارتباطات به‌وسیله او انجام می‌شود. هر چه مرکزیت بینابینی بازیگری بیشتر باشد، قدرت واسطه‌گری و پل زنندگی آن بیشتر است.

۴- یافته‌ها

با توجه به اینکه تعداد گره‌های شبکه‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل ۱۷۹ گره می‌باشد، شبکه‌های مورد نظر از نوع شبکه‌های پیچیده هستند. در این نوع شبکه‌ها اگر نمایش تصویری شبکه به گونه‌ای باشد که تمایز در جایگاه گره‌های شبکه را نشان دهد، یکی از اهداف پژوهش، یعنی تأیید

برخورداری شبکه از بازیگران مرکزی و کلیدی محقق می‌شود. نتایج پژوهش که در شکل‌های مختلف و با استفاده از مؤلفه‌های تحلیل شبکه‌ای نمایش داده شده است، گویای این مطلب است.

۴-۱- بازیگران قدرتمند



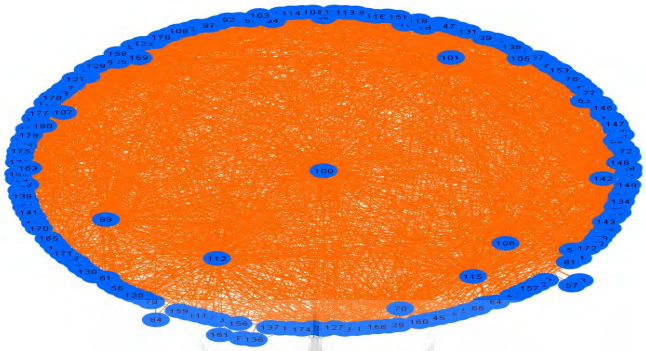
شکل ۲ شبکه تبادل اطلاعات میان بازیگران حوزه نانو فناوری با نمایش مرکزیت درجه

بیشترین مرکزیت درجه در شبکه تبادل اطلاعات را بازیگر شماره ۱۰۰، یعنی ستاد توسعه فناوری نانو با مقدار ۳/٤ دارا می باشد. دومین و سومین بازیگر مرکزی در شبکه عبارت هستند از ماهنامه فناوری نانو (بازیگر شماره ۱۱۲) با مرکزیت درجه ۲/۹۲ و واحد بازرسی و بررسی محصولات نانوی مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (نانو مقیاس) با مقدار مرکزیت درجه ۲/٥٤. رتبه‌های بعدی را به‌ترتیب معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (۲/٥۱)، مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (۲/۳۷)، دانشگاه صنعتی شریف (۲/۳۲)، صندوق پژوهش و توسعه فناوری نانو (۱/۹۱)، شرکت مهندسی مواد آرای آویسا (۱/۷٥)، شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو (۱/۷٤) و آزمایشگاه تحقیقات نانو شرکت کارافرینی و فناوری ایران(کفا) (۱/۷۰) دارند. بازیگران کلیدی شبکه – که در قطاع میانی و مرکزی شبکه قرار داشته و دارای مرکزیت درجه بیشتر از ۱ می‌باشند – در جدول ۲ ذکر شده‌اند.

جدول ۲ بازیگران کلیدی شبکه تبادل اطلاعات با مرکزیت درجه بیشتر از ۱

شماره نقطه	مقدار مرکزیت درجه
۱۰۰ (ستاد نانو)	۳/٤۰۹
۱۱۲ (ماهنامه فناوری نانو)	۲/۹۲۷
۹۹ (واحد بازرسی و بررسی محصولات نانوی مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار)	۲/٥٤۸
۱۰۱ (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری)	۲/٥۱٤
۱۰٦(کریدور)	۲/۳۷٦
۱۱٥(دانشگاه شریف)	۲/۳۲٤
۱٤۲(صندوق پژوهش و فناوری نانو)	۱/۹۱۱
۷۰ (شرکت مهندسی مواد آرای آویسا)	۱/۷٥٦
۱۰۷(دبیرخانه شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو)	۱/۷۳۸
۱٦۹ (آزمایشگاه کفا)	۱/۷۰٤
۱۰٥(مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری)	۱/٤۲۹
٦۳ (شرکت نانو ساو)	۱/۳٦
۹٤ (سازمان استاندارد)	۱/۳
۱۸۰(آزمایشگاه پژوهشگاه رنگ)	۱/۲۷
۱۲٥ (پژوهشکده مواد و انرژی)	۱/۲۷
۷۸ (شرکت دارایی‌های فکری مدرس)	۱/۲٤
٥۰ (شرکت فناوران نانومقیاس)	۱/۱٤
۱٦۳ (آزمایشگاه متالوژی رازی)	۱/۱۲
۹٦ (کمیته نانو فناوری سازمان غذا و دارو)	۱/۱
۱٦ (شرکت نانو پوشش فلز)	۱/۰۷
۸۰ (شرکت مهر ویژن)	۱/۰٥
٥٤ (شرکت آزمایشگاه‌های صنایع برق)	۱/۰٥
۱٤۳(صندوق توسعه فناوری‌های نوین)	۱/۰۱

۴-۲- بازیگران بینابین (واسطه‌گر)



شکل ۵ شبکه تبادل اطلاعات میان بازیگران حوزه نانو فناوری با نمایش مرکزیت بینابینی

براساس شبکه ترسیم شده بالا، شش بازیگر تأثیرگذار با مرکزیت بینابینی قابل توجه در شبکه وجود دارند. ستاد توسعه فناوری نانو بیشترین مرکزیت بینابینی (۲۱/۷) را در شبکه داشته و پس از آن به‌ترتیب ماهنامه فناوری نانو (۱۰/۹)، مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار(۷/۸٤)، واحد بازرسی محصولات نانوی مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار(۷/۰۵) و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و دانشگاه صنعتی شریف با مقدار مشابه ۵/٤۸ قرار دارند. جدول ۳ مقدار کمی مرکزیت بینابینی بازیگران قدرتمند با جایگاه بینابینی را نشان می‌دهد.

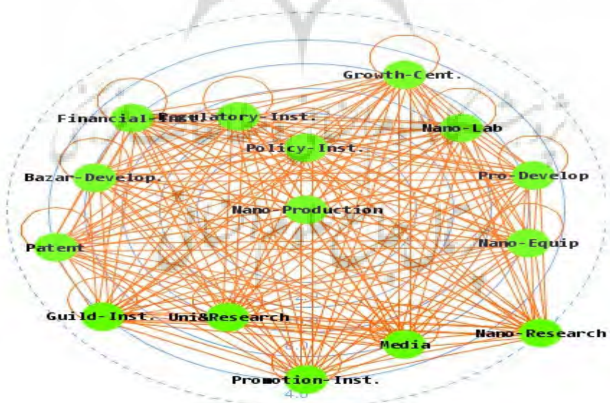
جدول ۳ بازیگران کلیدی شبکه تبادل اطلاعات با مرکزیت بینابینی بیشتر از ۱

شماره نقطه	مقدار مرکزیت درجه
۱۰۰(ستاد نانو)	۲۱/۷٦
۱۱۲(ماهنامه فناوری نانو)	۱۰/۹۳
۱۰٦ (کریدور)	۷/۸۵
۹۹ (واحد بررسی و بازرسی کریدور)	۷/۰٦
۱۱۵ (دانشگاه شریف)	۵/٤۹
۱۰۱(معاونت علمی ریاست جمهوری)	۵/٤۹

ادامه **جدول ۳**

شماره نقطه	مقدار مرکزیت درجه
۷۰ (شرکت مهندسی آویسا)	۳/۰۵
۱٤۲(صندوق پژوهش و فناوری نانو)	۲/٦۳
۱۰۷ (دبیرخانه شبکه آزمایشگاهی نانو)	۲/۲٥
۱٦۹ (آزمایشگاه کفا)	۲/۰۷
٥٤ (شرکت آزمایشگاه‌های صنایع برق)	۱/۳۹
۱۰٥ (مرکز همکاری‌های ریاست جمهوری)	۱/۳۷
۹٤ (سازمان استاندارد)	۱/۲۸
٦۳ (شرکت نانوساو)	۱/۲۷
۱٦(شرکت نانو پوشش فلز)	۱/۲٤
۱۸۰ (آزمایشگاه علوم و فناوری رنگ)	۱/۲۳
۷۸ (شرکت دارایی‌های فکری مدرس)	۱/۲۱
۱۲٥ (پژوهشکده مواد و انرژی)	۱/۱٤
۱٦۳ (آزمایشگاه متالوژی رازی)	۱/۰۱
۸۰ (شرکت مهر ویژن)	۱/۰۰

۴-۳- گروه‌های قدرتمند



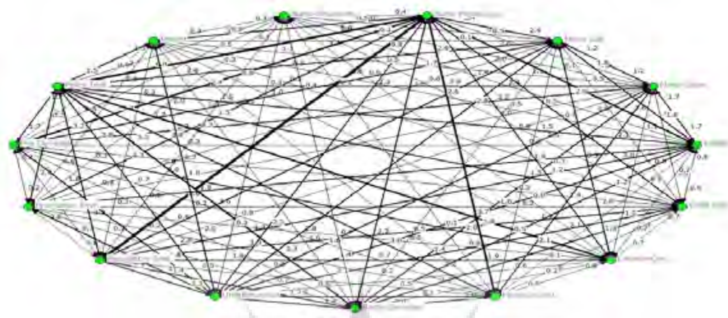
شکل ۴ شبکه تبادل اطلاعات میان گروه‌های بازیگران حوزه نانوفناوری با نمایش مرکزیت درجه

همان طور که در شبکه بالا مشاهده می‌شود، گروه شرکت‌های تولیدکننده محصولات نانو در مرکز دایره قرار گرفته و بنابراین از بیشترین مرکزیت درجه (۱۳/۳۱) در میان گروه‌های ۱۵گانه بازیگران برخوردار است. هر چه به سمت حاشیه دایره حرکت می‌کنیم از میزان مرکزیت گروه‌ها کاسته می‌شود. دومین گروه بازیگران قدرتمند در شبکه عبارت است از گروه نهادهای سیاستگذار (با مرکزیت درجه ۱۲/۸۹) و پس از آن گروه نهادهای تنظیم‌کننده(با مرکزیت درجه ۹/۵) قرار دارد. کمترین قدرت در شبکه از آن گروه پژوهشکده‌های اختصاصی نانو (با مرکزیت درجه ۱/۸۲) و نهادهای صنفی(با مرکزیت درجه ۳/۹۵) است. جدول ٤ مقادیر مرکزیت درجه این گروه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴ مقدار کمّی مرکزیت درجه گروه‌های فعال در شبکه تبادل اطلاعات

گروه	مقدار مرکزیت درجه
شرکت‌های تولید محصولات نانو	۱۳/۳۲
نهادهای سیاستگذار	۱۲/۸۹
نهادهای تنظیم‌کننده	۹/۵
دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی	۸/۲
آزمایشگاه‌های نانو فناوری	۷/۲۵
شرکت‌های خدمات توسعه بازار	٦/۲۸
نهادهای مالی	۵/۹٦
رسانه‌ها	۵/۷۵
مراکز رشد	۵/۷۳
شرکت‌های تولید تجهیزات نانو	۵/٦۸
شرکت‌های خدمات توسعه محصول	۵/٤۱
شرکت‌های خدمات پتنت	٤/۱٤
نهادهای ترویجی	٤/۰۱
انجمن‌های غیر دولتی	۳/۹۵
پژوهشکده‌های اختصاصی نانو	۱/۸۲

۴-۴- ارتباطات میان گروهی



شکل ۵ شبکه تبادل اطلاعات میان گروه‌های بازیگران حوزه نانو فناوری با نمایش شدت ارتباطات

در حوزه **ارتباطات برون‌گروهی**، بیشترین رابطه اطلاعاتی در گروه بازیگران حوزه نانو، میان شرکت‌های تولیدکننده محصولات نانو و نهادهای تنظیم‌کننده(با شدت ٨/٦) برقرار است. دومین رابطه قوی میان گروه بازیگران عبارت است از رابطه بین شرکت‌های تولیدکننده محصولات نانو و نهادهای سیاستگذار (با شدت ٦). با فاصله زیادی نسبت به دو مورد نخست، سومین شدت رابطه بین نهادهای مالی و شرکت‌های تولیدکننده محصولات نانو (با شدت ٣/٧٨) برقرار است. در این میان رابطه میان نهادهای سیاستگذار و مراکز رشد (٣/٦٧)، شرکت های تولیدکننده محصولات نانو و رسانه ها (٣/٥)، شرکت‌های تولیدکننده محصولات نانو و شرکت‌های خدمات توسعه محصول (٣/٤)، نهادهای سیاستگذارو شرکت‌های خدمات توسعه بازار(٣/٣٣)، نهادهای سیاستگذار و نهادهای تنظیم‌کننده (٣/١٩) و نهادهای سیاستگذار و نهادهای مالی (٣/٠٣) نیز قابل توجه است. کمترین شدت ارتباط نیز میان پژوهشکده‌های نانو و مراکز رشد (٠/٠٣)، پژوهشکده‌های نانو و نهادهای مالی (٠/٠٨)، پژوهشکده‌های نانو و شرکت‌های تولید تجهیزات نانو (٠/٠٩)، شرکت‌های خدمات پتنت و آزمایشگاه‌های نانو (٠/١٢)، نهادهای مالی و رسانه‌ها (٠/١٣)، نهادهای مالی و نهادهای صنفی (٠/١٦) و نهادهای مالی و نهادهای ترویجی – آموزشی (٠/١٦) برقرار است.

در حوزه **ارتباطات درون گروهی**، بیشترین رابطه تبادل اطلاعات میان نهادهای

سیاستگذار با شدت ۳/۸۹ وجود دارد. پس از آن نیز رابطه درون‌گروهی نهادهای تنظیم‌کننده (با شدت ۳/۳۳)، آزمایشگاه‌های نانو (با شدت ۲/٦۷) و نهادهای مالی (با شدت ۲/۵) از شدت بالایی برخوردار است. از طرف دیگر شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات نانو از کمترین رابطه درون گروهی برخوردار بوده (شدت ۰/٤۳) و پس از آن شرکت‌های خدمات پتنت (۰/۵)، مراکز رشد (۰/٦۰)، نهادهای صنفی (۰/٦۷) و شرکت‌های خدمات توسعه محصول (۰/٦۷) قرار دارند.

۵- بحث

۵-۱- بازیگران انفرادی

ستاد توسعه فناوری نانو قدرتمندترین و بینابینی‌ترین بازیگر شبکه تبادل اطلاعات نانو فناوری در ایران می‌باشد. با توجه به اینکه فرماندهی و هدایت فعالیت‌های این حوزه از سال ۱۳۸۲ به صورت متمرکز و به‌وسیله ستاد توسعه فناوری نانو انجام می‌پذیرد؛ ستاد بعد از گذشت حدود ۱۰ سال از تشکیل، همچنان نقش تأثیرگذار خود را به عنوان نهاد سیاستگذار (دربرگیرنده همه مراحل فرایند سیاستگذاری اعم از تصمیم‌گیر، مجری و ناظر) و از زاویه‌ای دیگر به عنوان نماینده اصلی دولت در این حوزه حفظ کرده است. نتایج برخی دیگر از پژوهش‌ها نیز نشان از نقش قدرتمند دولت در حوزه نانو فناوری دارد. براساس یکی از این تحقیقات توالی شکل‌گیری کارکردها {ی توسعه فناوری نانو} با کارکرد نهادینه‌سازی و قانونمندسازی و به طور عمده از طریق دولت آغاز گشته و با تأثیرگذاری دولت بر کارکردهای هدایت تحقیقات و نوآوری و تأمین و تخصیص منابع برای شکل‌گیری خلق، توسعه انتشار دانش ادامه یافته و سپس کارکردهای شکل‌گیری بازار و فعالیت‌های کارآفرینانه ظهور پیدا می‌کنند [۲٤، صص ۱۹-۳۲].

دومین بازیگر قدرتمند در شبکه تبادل اطلاعات، ماهنامه فناوری نانو است. هر دو مرکزیت درجه و بینابینی این بازیگر در رتبه دوم مقادیر مرکزیت‌های شبکه قرار دارد. ماهنامه فناوری نانو، نهاد رسانه‌ای متعلق به ستاد توسعه فناوری نانو است و این امر در مرکزیت بالای این بازیگر نقشی مؤثر دارد. سومین بازیگر بیشترین ارتباطات در شبکه تبادل اطلاعات، واحد بازرسی و بررسی محصولات نانوی مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار(نانو مقیاس) است. این در حالی است که این بازیگر، چهارمین رتبه مرکزیت بینابینی را در شبکه دارا می باشد. کارکرد ایجابی این بازیگر بیشترین تأثیر را در جایگاه آن در شبکه دارد. مؤسسه خدمات

فناوری تا بازار به منظور شناسایی محصولات و مواد عرضه شده در حوزه فناوری نانو، اقدام به ایجاد واحد بازرسی و بررسی مواد و محصولات نانو نموده است. این واحد نظارت بر ثبات مقیاس محصولاتی را که گواهی مقیاس دریافت کرده‌اند، بر عهده داشته و پس از ارجاع محصول از مؤسسه اقدام به بررسی مستندات اثبات کننده قرار گرفتن محصول در حوزه فناوری نانو کرده و از روند تولید محصول بازدید و نمونه‌برداری می‌کند [۲۵]. بنابراین با توجه به الزام‌های بالا و حمایت‌های انجام شده از دارندگان این مقیاس، ارتباط بازیگران متعددی در شبکه (شامل شرکت‌های تولید محصولات نانو) با این بازیگر ویژگی الزامی به خود می‌گیرد. همچنین به دلیل آنکه در طول مدت توافقنامه تأییدیه نانو مقیاس، شرکت تولیدکننده باید اقدام‌ها و تغییرات مربوط به مواد اولیه، فرایند تولید، مشخصات محصول و شرکت را به این واحد اعلام نماید، این ارتباط مستمر بوده و نهادینه شده است.

چهارمین رتبه بالای مرکزیت درجه در شبکه متعلق به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری است. ۱۳ ستاد[۲۰] به عنوان زیر مجموعه این معاونت مشغول کار هستند که ستاد نانو به عنوان یکی از اصلی‌ترین ستادها محسوب می‌شود. مهم‌ترین کارکردهای این بازیگر، ارائه تسهیلات مالی و حمایت از حضور دیگر بازیگران این حوزه (به‌خصوص شرکت‌های دانش‌بنیان، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی) در مسابقات، همایش‌ها و جشنواره‌های مختلف می‌باشد.

دیگر بازیگر قدرتمند و تأثیرگذار در شبکه بازیگران کلیدی نانو فناوری کشور، مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار (کریدور) می‌باشد. این بازیگر در شبکه تبادل اطلاعات نقشی قدرتمند دارد (رتبه پنجم مرکزیت درجه، رتبه سوم مرکزیت بینابینی). در حال حاضر کریدور به عنوان بازیگری که هدف آن تسهیل‌گری در امر تجاری‌سازی محصولات نانو می‌باشد، ایفای نقش می‌کند. افزایش نرخ موفقیت تجاری‌سازی فناوری‌های نوین و تسهیل فرایندهای آن همراه با کاهش زمان رسیدن محصولات مبتنی بر فناوری به بازار از اهداف راهبردی در ایجاد موسسه خدمات فناوری تا بازار به شمار می‌آید. دیگر بازیگر قدرتمند در شبکه بازیگران عبارت است از دانشگاه صنعتی شریف. این دانشگاه از رتبه ششم مرکزیت درجه و رتبه پنجم مرکزیت بینابینی در شبکه تبادل اطلاعات برخوردار است. صندوق پژوهش و توسعه فناوری نانو نیز در گروه بازیگران قدرتمند شبکه قرار دارد. این بازیگر در شبکه تبادل اطلاعات رتبه

هفتم را در هر دو مرکزیت درجه و بینابینی دارند. هرچند واژه " غیر دولتی" در عنوان صندوق آمده ولی این صندوق از ماهیتی دولتی برخوردار است و براساس مصوبه کارگروه هماهنگی ماده ۱۰۰ قانون برنامه سوم توسعه (جزء "ح" ماده ٤٥ قانون برنامه چهارم توسعه) با هدف تجاری‌سازی طرح‌های پژوهشی نوآورانه در زمینه فناوری نانو تأسیس شده است. صندوق با ارائه تسهیلات، مشارکت مالی، صدور ضمانت نامه‌ها و راهکارهای مشابه به تأمین مالی و کمک به شرکت‌های تولیدی نانو می‌پردازد. با در نظر گرفتن این موضوع که صندوق توسعه فناوری نانو یکی از کارگزاران مؤسسه خدمات توسعه فناوری تا بازار برای ارائه تسهیلات مالی به شرکت‌های دانش‌بنیان است و ستاد توسعه فناوری نانو نیز سهامدار عمده آن - با دارا بودن ٤٥ در صد از سهام آن - می‌باشد[۲۱] [۲۵]، از حمایت ویژه‌ای در حوزه نانو فناوری برخوردار بوده که همین امر در مرکزیت بالای آن تأثیرگذار است. شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو با داشتن رتبه نهم مرکزیت درجه و رتبه هشتم مرکزیت بینابینی به عنوان یکی دیگر از بازیگران قدرتمند محسوب می‌شود. اعضای این شبکه متشکل از دانشگاه‌ها، پژوهشگاه و مراکز تحقیقات دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف کشور می‌باشند که در قالب شبکه آزمایشگاهی به پژوهشگران خدمات ارائه می‌کنند. آزمایشگاه تحقیقات نانوی شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کفا) نیز با برخورداری از رتبه دهم مرکزیت درجه و رتبه هشتم مرکزیت بینابینی به عنوان یکی دیگر از بازیگران قدرتمند شبکه محسوب می‌شود. خدمات ممتاز و پیشینه معتبر[۲۲] این آزمایشگاه در جایگاه قدرتمند آن در شبکه مؤثر است. شرکت مهندسی موادآرای آویسا که در مجموعه شرکت‌های خدمات توسعه محصول در حوزه نانو فناوری قرار دارد، رتبه ۸ مرکزیت درجه و رتبه ٦ مرکزیت بینابینی را دارد. از این رو به عنوان بازیگری با ارتباطات زیاد محسوب شده و در شبکه تبادل اطلاعات، بینابین تعداد بازیگران بیشتری در شبکه قرار گرفته است. مشاوره نانو مقیاس، مشخصه‌یابی محصولات نانومتری و آنالیزهای تکمیلی از کارکردهای این بازیگر در ارتباط با بازیگران دیگر است.

۵-۲- گروه‌ها

میانگین مرکزیت درجه گروه‌های بازیگران حدود ٦/٦٦ است. در این میان شرکت‌های تولید محصولات نانو بیشترین مرکزیت درجه را در میان ۱۵ گروه مذکور دارند. این امر نشان از آن

دارد که توسعه نانو فناوری در ایران با نقش‌آفرینی ویژه شرکت‌های تولید کننده محصولات نانو- که از ماهیتی دانش‌بنیان برخوردارند - در حال انجام است. در میان بازیگران متعلق به گروه شرکت‌های تولید کننده محصولات نانو، شرکت‌های نانو پوشش فلز، تجهیز گاما، پیشگامان فناوری آسیا و پیام آوران نانو فناوری فردانگر به‌ترتیب در رتبه‌های اول تا چهارم بازیگران قدرتمند شبکه قرار دارند.

دومین رتبه مرکزیت درجه در شبکه تبادل اطلاعات میان گروه‌های بازیگران، متعلق به گروه نهادهای سیاستگذار است. این گروه با فاصله کمی نسبت به گروه شرکت‌های تولید کننده محصولات نانو، دومین بازیگر قدرتمند شبکه است. نکته قابل توجه اینکه در میان بازیگران این گروه، شورای عالی انقلاب فرهنگی کمترین قدرت را در شبکه تبادل اطلاعات دارد و پس از آن شورای عتف و مرکز پژوهش‌های مجلس به‌طور مشترک این ویژگی را دارند. گروه نهادهای تنظیم کننده سومین گروه قدرتمند در شبکه تبادل اطلاعات میان گروه‌های ۱۵گانه است. این موضوع نشان می‌دهد که فرایندهای نظارتی و کنترلی در حوزه نانوفناوری در تعاملی پرتعداد با بازیگران در جریان است. در میان بازیگران متعلق به گروه نهادهای تنظیم کننده بعد از واحد نانو مقیاس کریدور، سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی دارای بیشترین قدرت در شبکه تبادل اطلاعات است. این جایگاه با توجه به الزام‌های رعایت استانداردهای عام به‌وسیله برخی بازیگران حوزه نانو و لزوم ارتباط با این سازمان قابل تحلیل است. در میان کمیته‌های نانوی وزارتخانه‌ها، کمیته نانوی سازمان غذا و دارو (وابسته به وزارت بهداشت) بیشترین قدرت را دارد. گروه دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی با دارا بودن رتبه چهارم مرکزیت درجه (بالاتر از میانگین مرکزیت‌ها)، یکی از گروه‌های قدرتمند شبکه می‌باشند. قدرتمندترین بازیگران این گروه به‌ترتیب عبارتند از دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده مواد و انرژی و دانشگاه تهران. نکته قابل ذکر اینکه دانشگاه صنعتی شریف با داشتن فاصله‌ای قابل توجه نسبت به دیگر بازیگران، در کانون قدرت این گروه در شبکه تبادل اطلاعات قرار گرفته است. همچنین دانشگاه صنعتی شریف با اختلاف بسیار زیاد نسبت به دیگر بازیگران گروه به عنوان بینابینی‌ترین بازیگر این گروه در شبکه تبادل اطلاعات محسوب می‌شود. رتبه پنجم (بالاتر از میانگین) نیز متعلق به گروه آزمایشگاه‌های نانوفناوری است. دراین گروه آزمایشگاه کفا بیشترین قدرت را در شبکه داشته و پس از آن آزمایشگاه علوم و فناوری رنگ و آزمایشگاه گروه پژوهشی کیمیازی قرار

دارد.

۳- گروه کم قدرت و حاشیه‌ای شبکه عبارتند از پژوهشکده‌های اختصاصی نانو، انجمن‌های غیر دولتی و نهادهای ترویجی. در میان پژوهشکده‌های نانو، پژوهشکده نانوی دانشگاه شریف و دانشگاه تهران مرکزیت بیشتری دارند. قدرتمندترین بازیگران گروه نهادهای ترویجی نیز به‌ترتیب شرکت توسعه فناوری مهرویژن (نانو سان) و گروه پژوهشی نانو پودرهای دریا هستند. در گروه انجمن‌های غیر دولتی، انجمن نانو فناوری ایران بیشترین قدرت را دارد.

گروه مراکز رشد از دیگر گروه‌های ۱۵گانه شبکه است که مرکزیت‌های متعلق به آن در شبکه تبادل اطلاعات کمی پایین‌تر از میانگین مرکزیت گروه‌ها می‌باشد. قدرتمندترین بازیگر این گروه، مرکز رشد فناوری‌های پیشرفته دانشگاه صنعتی شریف است و پس از آن مرکز رشد دانشگاه تهران و مرکز رشد نخبگان در رتبه‌های دوم و سوم گروه قرار دارند. همچنین گروه شرکت‌های خدمات توسعه بازار نیز به عنوان گروهی با قدرت متوسط شناخته می‌شوند. بیشترین قدرت در میان بازیگران این گروه، به‌ترتیب متعلق به شرکت تأمین نانو ساختار آویژه (نانو ساو) و شرکت آزمایشگاه‌های صنایع برق (اپیل) است. گروه شرکت‌های خدمات توسعه محصول نیز از قدرتی پایین‌تر از قدرت میانگین برخوردار است. مرکزی‌ترین بازیگران این گروه در هر کدام از شبکه‌های دوگانه به‌ترتیب عبارتند از شرکت‌های فناوران نانومقیاس، آراپژوهش، پوشش‌های نانوساختار و توسعه حسگرسازان آسیا. گروه شرکت‌های خدمات پتنت نیز در شبکه تبادل اطلاعات در جایگاه پایین‌تر از قدرت میانگین گروه‌ها قرار دارد. قدرتمندترین بازیگر عضو این گروه در شبکه، شرکت دارایی‌های فکری و فناوری ایده‌پردازان مدرس است که با فاصله زیادی نسبت به دیگر شرکت‌ها در رتبه اول قرار دارد. رتبه دوم را نیز شرکت مشاوران ایده کاوشگران میعاد در اختیار دارد.

۵-۳- ارتباط گروه‌ها

قوی‌ترین ارتباط در شبکه تبادل اطلاعات میان گروه‌های بازیگران، بین شرکت‌های تولید محصولات نانو و نهادهای تنظیم کننده وجود دارد. این امر نشان می‌دهد که فرایندهای نظارتی و کنترلی در حوزه استاندارد به‌خوبی در جریان است. هر چند محتوای این رابطه و میزان کارآمد بودن آن بحث دیگری است که می‌تواند در پژوهش‌های آینده مورد بررسی قرار گیرد

ولی همین رابطه مستحکم گویای آن است که در توسعه نانوفناوری در کشور به فرایندهای نظارت بر محصولات نانویی توجه شده است. دومین رابطه مستحکم میان گروه‌های بازیگران در شبکه تبادل اطلاعات، بین شرکت‌های تولید محصولات نانو و نهادهای سیاستگذار برقرار است. این ارتباط دلالت بر حمایت نهادهای سیاستگذار از شرکت‌های مذکور دارد و نشان می‌دهد که در حوزه نانو فناوری ایران بیشترین ارتباطات دولتی با این شرکت‌ها که از پتانسیل دانش بنیان بودن و توسعه نوآوری برخوردارند، برقرار است. شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات توسعه پتنت بیشترین تبادل اطلاعات را با شرکت‌های تولید محصولات نانو دارند و در مرحله بعد این ارتباط را با فاصله قابل توجهی نسبت به دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی دارند. آزمایشگاه های نانو فناوری نیز در میان ۵ گروه شرکت‌های فعال در این حوزه، بیشترین تبادل اطلاعاتی را با شرکت‌های تولید محصولات نانو (و سپس با شرکت‌های خدمات توسعه محصولات نانو) دارند.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مورد جایگاه ۱۷۹ بازیگر شبکه تبادل اطلاعات حوزه نانو فناوری ایران – که در این پژهش مورد بررسی قرار گرفتند – باید گفت که اگر دایره شبکه به سه قطاع مرکزی، میانی و حاشیه‌ای تقسیم شود، در حدود ۷۰ درصد بازیگران در قطاع حاشیه‌ای قرار دارند. این موضوع نشان می‌دهد که توانمندی اغلب بازیگران در حوزه‌های تخصصی خود که می‌تواند به تعامل‌های زیاد اطلاعاتی منجر شود مطلوب نیست. هر چند انتظار حضور تعداد بازیگران بیشتر در قطاع مرکزی در کوتاه‌مدت موجه نیست ولی برقراری شرایطی که منجر به تغییر جایگاه بازیگران قطاع حاشیه‌ای به قطاع میانی شود، قابل انتظار است. بنابراین شبکه مطلوب پیشنهادی به شکلی پیشنهاد می‌شود که علی‌رغم حضور ستاد نانو در جایگاه مرکزی، تعداد بیشتری از بازیگران در قطاع میانی جای گیرند. همچنین تبادل اطلاعات شرکت‌های تولید محصولات نانو با شرکت‌های خدمات توسعه بازار (و همچنین شرکت‌های خدمات توسعه محصول) از قدرتی متوسط (و پایین تر از متوسط) در شبکه برخوردار است. در شرایط فعلی نانو فناوری ایران که نیاز به تجاری‌سازی بیشتر دانش وجود دارد، ایفای نقش بیشتر گروه‌های خدماتی به عنوان توسعه‌دهنده[۲۳] و واسطه‌گر، ورود دانش و فناوری به صنعت را تسهیل

می‌کند. البته این نکته را نباید از دور داشت که درصد زیادی از شرکت‌های خدمات توسعه بازار – که در حال حاضر در این حوزه فعالیت می‌کنند – از دانش، تخصص و شناخت پیچیدگی‌های بخش صنعت برخوردار نیستند که همین موضوع می‌تواند یکی از دلایل ترغیب نشدن شرکت های نانویی به برقراری این رابطه به شمار آید. یکی از راه‌های پیشنهادی برای رفع این نقیصه، تقویت ارتباط شرکت‌های خدمات توسعه بازار با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی برای بهره‌گیری از توان تخصصی آنهاست؛ موضوعی که براساس نتایج به دست آمده در شبکه فعلی از شدت ضعیفی برخوردار است. درنهایت پیشنهاد می‌شود کیفیت خدمات ارائه شده تقویت شود و دوم اینکه نهادسازی جدید در مورد شرکت‌های خدمات توسعه بازار صورت گیرد. شواهد نشان می‌دهد که اقدام دوم از راه ستاد نانو در حال انجام است. نکته دیگر اینکه جایگاه تقریباً متوسط و در برخی موارد ضعیف کمیته نانو فناوری وزارتخانه‌های مختلف در شبکه بازیگران به عنوان یک نقطه ضعف در شبکه محسوب می‌شود. کمیته نانو فناوری سازمان غذا و دارو قدرتمندترین کمیته در میان کمیته‌های دیگر است. یکی از علت‌های این جایگاه این است که این کمیته در ساختار سازمانی وزارت بهداشت، جایگاهی مشخص و مستقل دارد. این کمیته به عنوان زیر مجموعه قدرتمند (در ساختار سازمانی) سازمان غذا و دارو تلقی شده و بازیگران دیگر به‌طور مشخص می‌دانند در خصوص امور مربوط به این حوزه (به‌ویژه مجوزهای بهداشتی) به کجا مراجعه کرده و فرایند پیگیری نیز چگونه است، در حالی که این الزام‌ها و فرایندها در کمیته‌های دیگر یا وجود ندارد (به عنوان مثال حوزه ساختمان و کمیته متناظر با آن، یعنی مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی) و یا هنوز نهادینه نشده است (به طور مثال کمیته نانوی وزارت جهاد). برطرف کردن این نقص به عزم وزارتخانه‌های مربوط و بیشتر از آن به تحرک ستاد توسعه فناوری نانو و تعاملات آن با وزارتخانه‌ها برای این نهادسازی بستگی دارد. از طرف دیگر نهادهای تنظیم‌کننده، ارتباطاتی با شدت متوسط با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی دارند. هر چند وجود چنین ارتباطی مغتنم است ولی برای بهره‌گیری از آخرین پیشرفت‌های عرصه علم و فناوری در تدوین استانداردهای این حوزه – که چالشی جهانی نیز به شمار می‌آید – از الزام‌های مهمی است که باید به مراتب تقویت و نهادینه شود. نکته دیگر اینکه انجمن‌های غیر دولتی است که تبادل اطلاعات بسیار کمی با سایر گروه‌ها دارند. بیشترین تبادل اطلاعات انجمن‌های غیر دولتی با دانشگاه‌ها و شرکت‌های تولید محصولات نانو (تقریباً به طور

مشترک) می‌باشد و پس از آن نهادهای سیاستگذار در رتبه دوم قرار دارند. پیشنهاد می‌شود انجمن‌های غیر دولتی ضمن تقویت ارتباط خود با نهادهای سیاستگذار، تعاملات خود با نهادهای تنظیم‌کننده، نهادهای ترویجی و رسانه‌ها را به نحو زیادی تقویت کرده تا کارکردهای اجتماعی و زیست‌محیطی این حوزه را ارتقا دهند. در مورد گروه نهادهای ترویجی باید گفت که تبادل اطلاعات این گروه با سایر گروه‌ها بسیار کم است؛ در عین حال نهادهای ترویجی بیشترین تبادل اطلاعات را با نهادهای سیاستگذار دارند. پیشنهاد این است که ارتباطات نهادهای ترویجی با سه گروه دانشگاه‌ها، نهادهای مالی و نهادهای سیاستگذار تقویت شود. در شرایطی که انجمن‌های ترویجی مذکور از ماهیت دولتی برخوردارند- تشکل‌های غیر دولتی ترویجی در جامعه مدنی هنوز شکل نگرفته‌اند و سه انجمن غیر دولتی ذکر شده در این تحقیق نیز از همین نقصان برخوردارند- تحقق این امر منوط به فعالیت نهادهای سیاستگذار در جهت تدوین چارچوب‌ها و آیین‌نامه‌های حمایت مالی برای پر کردن این شکاف است. در مورد رسانه‌ها باید گفت با توجه به مرکزیت قدرتمند ماهنامه فناوری نانو و مرکزیت پایین رسانه‌های دیگر که پتانسیل برقراری ارتباط با عموم مردم و نه فقط متخصصان این حوزه را دارند، لزوم ایفای نقش بیشتر این رسانه‌ها و در نتیجه توزیع مناسب فعالیت رسانه‌ای این عرصه میان رسانه متعلق به ستاد و دیگر رسانه‌ها ضرورت دارد. همچنین این گروه تبادل اطلاعاتی ضعیفی با نهادهای سیاستگذار، نهادهای تنظیم‌کننده، دانشگاه‌ها و نهادهای ترویجی دارند (هر چند این ارتباط ضعیف نسبت به سایر ارتباطات این گروه مستحکم‌تر است). با توجه به مخاطرات زیست‌محیطی و اجتماعی نانوفناوری و مسئولیت مهم رسانه‌ها در این خصوص، ارتباطات رسانه‌ها با چهار گروه ذکر شده باید به شدت تقویت شود. درنهایت اینکه بر اساس یافته‌های پژوهش تبادل اطلاعات میان شرکت‌های نانویی و دانشگاه‌ها تقریباً مطلوب است. تحلیل شبکه در خصوص محتوای این تبادل نمی‌تواند ارزیابی ارائه کند ولی شواهد موجود[۲۴] نشان می‌دهد که محتوای این ارتباط به میزان ضعیفی پژوهشی و به منظور بهره‌گیری از طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها است. تقویت زمینه‌های پژوهشی - تحقیقاتی این ارتباط می‌تواند زمینه ساز نوآوری بیشتر در شرکت‌های نانویی شود. به‌طور کلی نگاه اجتماعی نهادهای سیاستگذار به نانو فناوری باید به‌شدت تقویت شود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که نهادهای سیاستگذار کمترین تبادل اطلاعاتی را با رسانه‌ها، انجمن‌های غیر دولتی و نهادهای

ترویجی دارند. در پایان باید به این نکته اشاره کرد که این پژوهش از یک طرف در جهت توسعه پژوهش‌های انجام شده با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌ای در ایران عمل می‌کند و از طرف دیگر به عنوان گامی مکمل برای تحقیقات انجام شده در حوزه ارتباطات بازیگران حوزه نانو فناوری در ایران محسوب می‌شود، برای مثال پژوهش حاضر در مقایسه با پژوهش خواجه نایینی و دیگران [۲۶ ، صص ۲۵-٥٤] که ارتباطات بازیگران این حوزه در مرحله تصمیم گیری (سند نانو فناوری) را بررسی کرده‌اند، ارتباطات عملیاتی بازیگران در حوزه اجرا را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. همچنین این پژوهش همگام با پژوهش سپهری و دیگران[۱۹، ص ٤۹-٦۰]که ارتباطات تحقیق و توسعه شرکت‌های نانویی و مراکز علمی و تحقیقاتی را مورد بررسی قرار می‌دهند، دایره شمول بازیگران مورد بررسی را با دخیل کردن نوع شرکت های تولیدی و خدماتی و افزودن سایر ذینفعان شامل نهادهای سیاستگذار، نهادهای ترویجی، نهادهای مالی، نهادهای تنظیم‌کننده و .. گسترده تر می‌کند و از طرف دیگر با اعم کردن نوع ارتباطات (تبادل اطلاعات) بازیگران، شبکه‌های ارتباطی را مورد بررسی قرار می‌دهد. همان طور که پژوهش مذکور بر ارتباطات ضعیف شرکت‌های نانویی و گروه‌های صنعتی تأکید می‌کند [۱۹، ص ۵۰]، پژوهش حاضر نیز به طور مکمل بر ارتباطات متوسط و ضعیف شرکت های نانویی با انواع شرکت‌های خدماتی تأکید می‌کند. البته یکی از تحقیقات ممکن در آینده می‌تواند بررسی ارتباطات خاص (تبادل دانش تخصصی، تبادل اطلاعات معطوف به تصمیم، همکاری‌های تحقیق و توسعه) بازیگران شبکه باشد. البته این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز روبه‌رو بوده است، از جمله اینکه برخلاف بسیاری از تحقیقات مشابه در کشورهای دیگر که در مرحله پایانی، نتایج پژوهش با برگزاری میزگردهایی با حضور ذینفعان حاضر در پژوهش، بررسی و تکمیل شده و در جهت پرکردن شکاف‌ها عمل می‌شود، به طور عملی امکان برگزاری این مرحله به دلایل زیادی در ایران به‌ندرت قابل انجام است. از دیگر محدودیت‌های پژوهش، محدودیت مربوط به قابلیت زمانی ادراکات حاصل از تحقیق است که به مقطع زمانی انجام تحقیق محدود می‌شود. البته یکی از پیشنهادها می‌تواند از این قرار باشد که اصول و چارچوب‌های کلی این پژوهش در مقطع زمانی دیگری و با انتخاب نمونه‌ای مشابه تکرار شده تا تحولات و تغییرات مربوط به شبکه بازیگران به‌طور مقایسه‌ای بررسی شود.

۷- پی‌نوشت‌ها

1. Node
2. Bridging organizations
3. Epistemic communities
4. Triple helix
5. Convergence Theory
6. Barnett
7. Multi-sectoral innovation networks
8. Intermediate organizations
9. Confidential information
10. Representative organizations
11. Key agents
12. Regulatory
13. Spin-offs
14. SMEs
15. www.nanobot.blogspot.com
16. Key agents
17. Visone
18. Degree centrality
19. Betweenness Centrality

۲۰. ستاد توسعه زیست‌فناوری، ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر، ستاد توسعه فناوری آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست، ستاد علوم و فناوری‌های شناختی، ستاد بهینه‌سازی مصرف انرژی و محیط‌زیست، ستاد توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، ستاد توسعه فناوری میکروالکترونیک، ستاد توسعه علوم و فناوری سلول های بنیادی، ستاد توسعه فناوری‌های نرم و هویت‌ساز، ستاد توسعه فناوری نانو، ستاد توسعه فناوری و صنایع دانش‌بنیان هوایی و هوانوردی، ستاد توسعه فناوری و نوآوری نفت،گاز و زغال‌سنگ

۲۱. سایر سهامداران این صندوق عبارتند از مؤسسه توسعه فناوری نخبگان (۳۰ درصد)، شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (۲۰ درصد) و صندوق مالی توسعه تکنولوژی ایران (۵ درصد).

۲۲. آزمایشگاه کفا قبل از تشکیل واحد بررسی و بازرسی محصولات نانوی کریدور، نقش‌های این واحد را برعهده داشت.

23. Developer

۲٤. مصاحبه با مسئولان ستاد نانو و تحلیل محتوای مقدماتی منابع مختلف (سپهری و دیگران، ۱۳۹۰)

۸- منابع

[1] Venkatramanan, S., Kumar, A., (2010), *New insights from an analysis of social influence networks under the linear threshold model*, http://arxiv.org/abs/1002.1335, 1-13

[2] Rogers, E., (1995), *Diffusion of innovations*, Free Press, 4th Ed.

[3] Van Noordwijk, M., Poulsen, J.G., Ericksen, P.J., (2004), "Quantifying off-site effects of land-use change: Filters, flows and fallacies", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 104, pp19-34.

[4] Boerzel, T.A., (1998), "Organizing babylon: On the different conceptions of policy networks", *Public Administration*, 76 (2), pp253-273.

[5] Duit, A., Galaz, V., (2008), "Governance and complexity: Emerging issues for governance theory", *Governance: An International Journal of Policy, Administration and Institutions*, 21 (3), pp. 311-335.

[6] Cash, D.W., (2001), "To aid in diffusing useful and practical information: Agricultural extension and boundary organizations", *Science, Technology and Human Values*, 26 (4), pp. 431-453.

[7] Weible, C.M., (2008), "Expert-based information and policy subsystems: A review and synthesis", *The Policy Studies Journal*, 36 (4), pp. 615-635.

[8] Leydesdorff, L., (2003), "The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the triple helix dynamics", *Scientometrics*, 58 (2), pp. 445-467.

[9] Kincaid, D. L., (2002), "Drama, emotion, and cultural convergence, *Communication Theory*, 12 (2), pp. 136-152

[10] Barnett, G. A., (2008), The role of the Internet in cultural identity. In L. W. Leung, A. Y. H. Fung, & P. S. N. Lee (eds.), Embedding into our lives: New opportunities and challenges of the Internet (347–368), Hong Kong: The Chinese University Press.

[11] Schot J., (2001), "Toward new forms of participatory technology development",

Technol Anal Strategic Manage, 13 (1), pp. 39-52.

[12] Grunwald A., (2004), "Strategic knowledge for sustainable development: The need for reflexivity and learning at the interface between science and society", *Int J Foresight Innovation Policy*, Vol. 1, pp150-167

[13] Corley, E. A., Boardman, P. C., Bozeman, B., (2006), "Design and the management of ultiinstitutional research collaborations: Theoretical implications from two case studies", *Research Policy*, 35(7), pp. 975–993.

[14] Moller, K. K., Rajala, A., (2007), "Rise of strategic nets — new modes of value creation", *Industrial Marketing Management*, 36 (7), pp. 895–908.

[15] Lamping, Antonie, Raab, Jorge, Kenis, Patrick, (2013), "Participation and coordination in dutch health care policy making: A network analysis of the system of intermediate organization in dutch health care", *Health promption international*, 28 (2), pp. 211-222

[16] Wiek , Arnim et al, (2007), "Sustainable governance of emerging technologies: Critical constellations in the agent network of nanotechnology", *Technology in Society*, 29(4), pp. 388–406.

[17] Manetel Project, (2012), *Nanotechnology innovation networks in Irland-analysis and Simulation*, pp. 1-10.

[18] Kim, Hyun Jang , (2012), "A hyperlink and semantic network analysis of the triple helix (University-Government-Industry): The interorganizational communication structure of nanotechnology", *Journal of Computer-Mediated Communication*, 17 (2), pp. 152-170.

[19] Sepehri M., Salehi Yazdi F., Bahreini M., (2010), "A study on scientific-technical cooperation environment of nanotech companies in Iran using social network analysis", *Journal of Science & Technology Policy*, 3(3), pp. 49-60.

[20] Helland A., Kastenholz H., Thidell A., Arnfalk P. and Deppert K., (2006), "Nano-particulate materials and regulatory policy in Europe: An analysis of stakeholder perspectives", *J Nanoparticle Res*, Vol. 8, pp.709–19.

[21] Meili, C., (2006), *Nano-regulation: A multi-stakeholder dialogue approach toward a sustainable regulatory framework for nanotechnologies and nano-sciences*, The Innovation Society Ltd, pp1-43.

[22] Bruns, B., (2003), "Participation in nanotechnology: Methods and challenges", In: *Paper presented at the Conference of Information to Empowerment: A Global Perspective*, Ottawa. Canada: International Association for Public Participation, pp19–22

[23] Brandes, U., Kenis, P., Raab, J., (2006), "Explanation through network visualization", *Methodology*, 2 (1), pp16-23.

[24] Mohammadi, M., Tabatabaian, H., Eliasi, M., Roshani, S., (2013), " Analysis of the formation of the new technological innovation system functions; Case Study of Nanotechnology", *Journal of Science and Technology Policy*, 5 (4), pp19-32.

[25] www.irna.ir

[26] Khaje Naeini, A., Ashtarian, K., Mohammadi Kangarani, H., (2014), Network analysis of decision making in Iran's nanotechnology policy making; Case Study of Nanotechnology Plan", *Journal of Management Researche in Iran*, 18 (2), pp. 25-54.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی